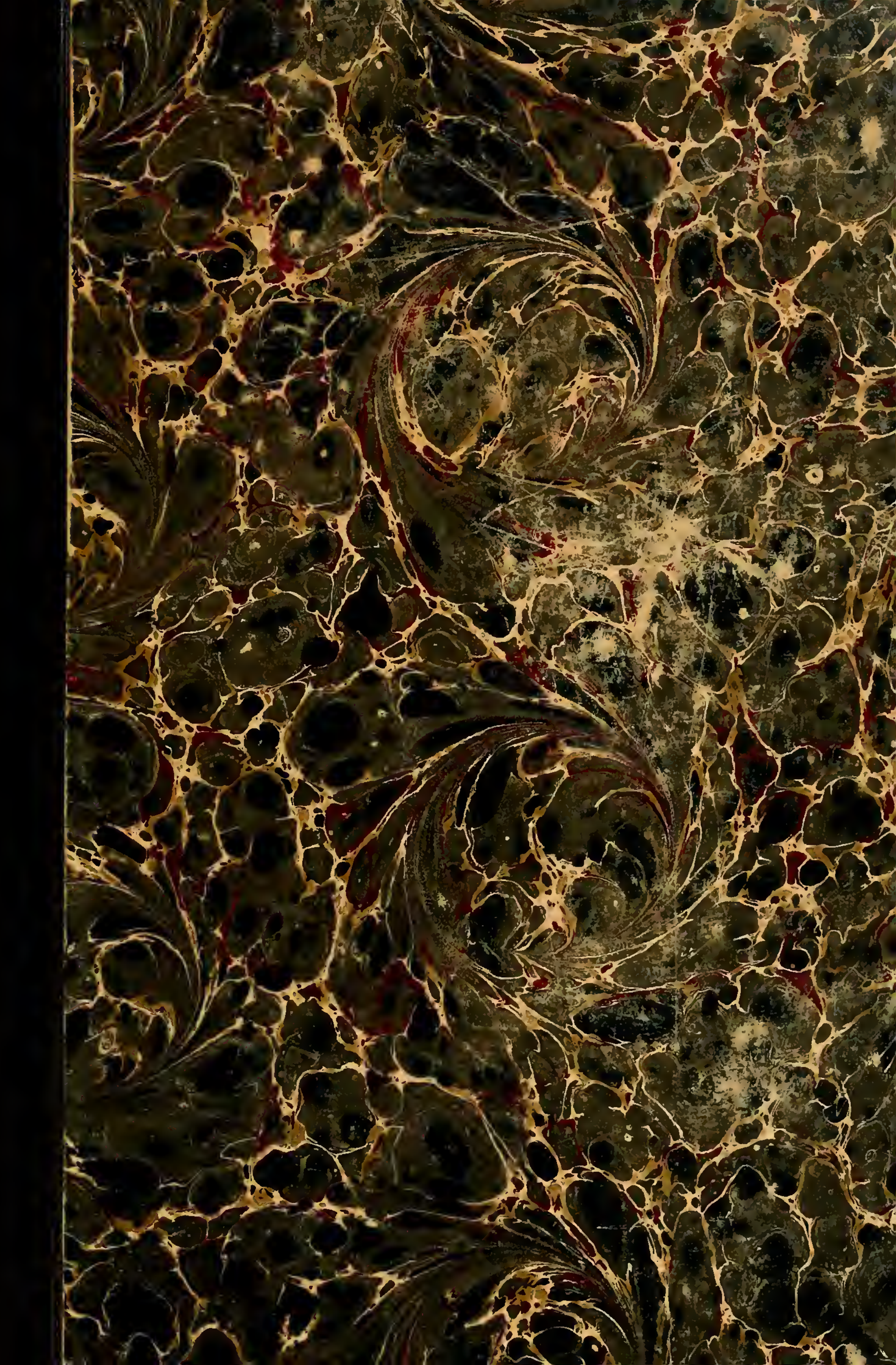


DAS ELEKTRISCHE ORGAN

DES

AFRIKANISCHEN ZITTERWELSES

(MALOPTERURUS ELECTRICUS LACÉPÈDE).

ANATOMISCH UNTERSUCHT

VON

DR. EMIL BALLOWITZ,

A.-O. PROFESSOR DER ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT GREIFSWALD.

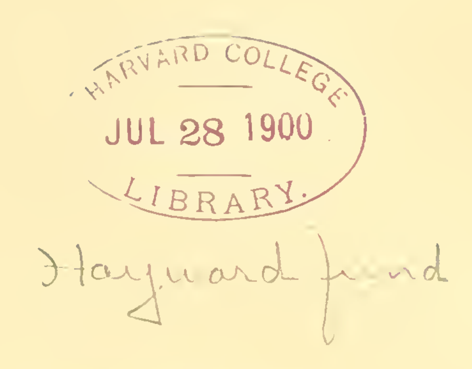
MIT 7 LITHOGRAPHISCHEN TAFELN UND 3 HOLZSCHNITTEN IM TEXT.

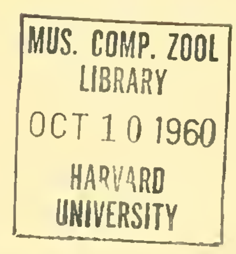


JENA,

VERLAG VON GUSTAV FISCHER.

1899.


HARVARD COLLEGE
JUL 28 1900
LIBRARY.


MUS. COMP. ZOOL
LIBRARY
OCT 10 1960
HARVARD
UNIVERSITY

DEN MANEN

ALBERT VON BRUNN'S.

Vorwort.

Die vorliegende Abhandlung über den Zitterwels, diesen interessanten Bewohner afrikanischer Flussgebiete, welcher auch in unseren westafrikanischen Kolonien heimisch ist, bildet eine Fortsetzung meiner Untersuchungen über den Bau der elektrischen Organe der Fische. Ursprünglich war es meine Absicht, die Resultate dieser Arbeit in gedrängter Form in einem Archiv in derselben Weise erscheinen zu lassen, wie auch meine früheren Abhandlungen über die elektrischen Organe erschienen sind.

Im Laufe der Untersuchungen ergab sich aber eine solche Fülle wichtiger Thatsachen und nahm die Bearbeitung einen derartigen Umfang an, dass ich mich entschloss, zumal es sich um ein abgerundetes, in sich begrenztes Gebiet handelt, für diese Publication die erweiterte Form einer separat erscheinenden Monographie zu wählen. Bestimmend für mich wurde der Umstand, dass mir bei monographischer Bearbeitung hinsichtlich der Illustrirung der Arbeit freiere Hand gelassen war.

Für die vorzügliche Ausstattung des Werkes sage ich dem Verleger Herrn Dr. GUSTAV FISCHER in Jena meinen aufrichtigen Dank.

Inhalts-Verzeichniss.

I. Einleitung.

Von allen elektrischen Fischen beansprucht ohne Zweifel der afrikanische Zitterwels [*Malopterurus*[1]) *electricus* LACÉPÈDE] für den Anatomen und Physiologen sowohl, wie für den Zoologen und für den Naturforscher überhaupt das meiste Interesse.

Die Fähigkeit dieses Fisches, trotz seiner geringen Körpergrösse äusserst empfindliche elektrische Schläge austheilen zu können; der Bau seiner Batterie und ihr Sitz dicht unter der Haut; die anscheinende Unabhängigkeit der elektrischen Elemente von der Muskulatur des Fisches, der eigentlichen Matrix der elektrischen Organe; die eigenartige Anordnung des elektrischen Nervenapparates, des centralen sowohl wie des peripherischen; die abweichende, dem Verhalten bei den übrigen elektrischen Fischen entgegengesetzte Richtung des elektrischen Stromes innerhalb des Fischkörpers im Momente des Schlages — alle diese Factoren sind geeignet, in hohem Grade die Aufmerksamkeit zu erregen und zum Nachforschen zu veranlassen. Dazu kommt die zur Zeit noch immer bestehende Schwierigkeit, dieses nicht häufigen Fisches, dessen Fortpflanzung und Entwickelung noch völlig unbekannt sind, habhaft zu werden und für feinere Untersuchungen geeignetes Material zu erhalten.

Zahlreiche Forscher haben es daher nicht verschmäht, der Erforschung des in ein gewisses mystisches Dunkel gehüllten Zitterwelses ihre Kräfte zu widmen; mehrere haben sich sogar aufgemacht und die Strapazen und Gefahren einer Forschungsreise in Aegypten an den Ufern des Niles nicht gescheut, um den *Malopterurus* an Ort und Stelle seines Vorkommens aufzusuchen und lebend zu beobachten.

Der Zitterwels gehört zur Familie der Welse (*Siluridae*). Er besitzt (siehe Holzschnitt-Figur 1, S. 8) eine länglich-gedrungene, fast plump zu nennende Körperform und eine nackte, schuppenlose, weiche Haut, welche auf bald hellerem, bald dunklerem Grunde mit mehr oder weniger zahlreichen kleineren, dunklen Flecken versehen ist; die Bauchseite ist heller und meist fleckenlos. Eine echte Rückenflosse fehlt und wird nur angedeutet durch eine kleine, niedrige, dicht vor der Schwanzflosse gelegene Fettflosse. Die Schwanzflosse ist abgerundet und breit. Unterhalb der Fettflosse, nur ein wenig nach vorn verschoben, befindet sich an der Ventralseite eine kurze Analflosse. Die relativ kleinen, abgerundeten Brust- und Bauchflossen sitzen an gewöhnlicher Stelle. Die dicht vor der Brustflosse gelegene Kiemenöffnung bildet einen engen Schlitz. Von den 6 ungleich langen, für viele Siluriden charakteristischen Barteln sind 2 seitlich am Oberkiefer, die' übrigen am Unterkiefer angeheftet; im Leben werden sie von dem Fische gerade gestreckt und nach vorn gerichtet getragen.

---

1) μαλός weich (Theocr. epigr. 1,6) = μαλακός, πτερόν Flosse, οὐρά Schwanz; nach LEUNIS (Synopsis, I, p. 723) „also mit weicher Flosse (d. h. Fettflosse) auf dem Schwanze". Die oft (auch von LEUNIS, l. c.) gebrauchte Wortbildung *Malapterurus* ist demnach nicht correct, selbst wenn sie von *Malacopterurus* durch Abkürzung hergeleitet wird, da auch dann wohl der bei Bildung zusammengesetzter griechischer Wörter gebräuchliche Umlaut o eintreten muss.

Ueber die Grösse, welche der *Malopterurus* erreichen kann, gehen die Angaben der Autoren sehr auseinander. Die grössten, von BILHARZ (26)[1]) unter über 100 Fischen beobachteten Exemplare aus dem Nil besassen eine Länge von 21—24½ " (= 54,8—64 cm) und ein Gewicht von 8—10 Pfund. Auch BROUSSONET (34) und RUDOLPHI (250) beobachteten über 20 " (= 52,2 cm) lange Fische. Die grössten Ausmaasse, welche FRITSCH (118, I) unter 22 Exemplaren aus dem Nil notirt hat, betrugen 29,6—33,1 cm. PETERS (221) sammelte im Zambeze und Licuare „mittelgrosse" Malopteruren von 0,265—0,310 m Länge. BREHM (39) spricht von 30—50 cm Länge. VALENCIENNES (275) untersuchte 0,60 m lange Fische.

Herr Geheimrath MÖBIUS in Berlin hatte die Freundlichkeit, mir die Ausmaasse der grössten Exemplare mitzutheilen, welche die zoologische Abtheilung des Berliner Museums für Naturkunde besitzt. Danach ist auf Grund der Feststellungen des Herrn Professor HILGENDORF das grösste Exemplar (ausgestopft) 57 cm lang. Ein Alkohol-Exemplar ist etwas kleiner (es befindet sich in einem verkitteten Glase und konnte deshalb nicht genau nachgemessen werden). Ein Skelet besitzt die Länge von 55 cm; der Fisch selbst dürfte wohl 56—57 cm gemessen haben, da das Eintrocknen jedenfalls nicht ohne Einfluss gewesen ist. Alle diese grossen Exemplare wurden von EHRENBERG aus dem Nil mitgebracht. Die westafrikanischen Exemplare des Berliner Museums sind kleiner.

Auf meine Bitte fragte Herr College G. MANN in Oxford auch noch im British Museum bei Herrn Dr. A. GÜNTHER an. Nach der mir freundlichst ertheilten Auskunft befindet sich der grösste *Malopterurus* aus dem Congo in der Sammlung der belgischen Regierung und besitzt eine (von GÜNTHER gemessene) Länge von 89 cm. Der grösste Fisch dieser Sammlung aus dem Nil ist nur 35 cm lang, ein wenig länger als das grösste Zitterwels-Exemplar des British Museum, welches nur 33 cm misst, was sich dadurch erklärt, dass, wie GÜNTHER bemerkt, die grössten Exemplare der Raumersparniss halber nicht immer für Sammlungen aufbewahrt werden.

Die Angabe in der Synopsis von LEUNIS (165, I, p. 723), wonach der *Malopterurus electricus* eine Länge von 1—1,25 m erreichen soll, dürfte demnach wohl zu hoch gegriffen sein[2]).

Die Grösse des Zitterwelses ist mithin eine verhältnissmässig geringe, vor allem, wenn man sie mit den Grössenverhältnissen des südamerikanischen Zitteraales und der noch wenig bekannten Riesen-Zitterrochen vergleicht; erreicht doch der Zitteraal nach SACHS (253) eine Länge von 1,55 m, nach A. VON HUMBOLDT (144) sogar von 1,70 m[3]), während die *Torpedo occidentalis* STORER, wie DU BOIS-REYMOND (82) erwähnt, 1,52 m lang und 170—200 (engl.) Pfund schwer werden soll.

Um so bemerkenswerther ist die beträchtliche elektromotorische Kraft, über welche unser Fisch verfügt.

Bekanntlich unterscheidet man unter den elektrischen Fischen schwachelektrische und starkelektrische, eine Unterscheidung, welche zuerst von BABUCHIN in die Wissenschaft eingeführt wurde. Zu den ersteren gehören die Mormyriden und die *Raja*-Arten. Von diesen vermögen nur die Mormyri für das Gefühl des Menschen eben wahrnehmbare Entladungen ihrer Organe auszulösen, wie zuerst von BABUCHIN, dann von FRITSCH festgestellt ist. Die elektrischen Ströme der Rochenarten (*Rajidae*) sind dagegen derart, dass sie nicht durch das Gefühl wahrgenommen, sondern nur experimentell nachgewiesen werden können. Dieser Nachweis wurde von ROBIN (239) und neuerdings von BURDON SANDERSON und GOTSCH (134) erbracht. Lange Zeit glaubte man

1) Die den Autorennamen beigefügten, in Klammern eingeschlossenen Zahlen beziehen sich auf das der Abhandlung unter VII beigefügte numerirte, alphabetische Verzeichniss der anatomischen und physiologischen Gesammt-Literatur über die elektrischen Organe der Fische (bis zum Jahre 1898 einschl.).

2) TUCKEY (Narrative of an expedition to explore the river Zaire, usually called the Congo, in 1816, London 1818) erzählt allerdings von einem Fisch, der im Zaire (Congo) gefangen wurde und „dem *Silurus electricus* glich", welcher 3½ Fuss lang gewesen sein soll.

3) Nach DU BOIS-REYMOND (80, p. 14) haben R. SCHOMBURGK und APPUN sogar Zitteraale von 7 Fuss Länge und 1½ Fuss Umfang vor sich gehabt, was eine Länge von 213 cm und einen Umfang von 46 cm ergeben würde, selbst wenn nur englisches Maass gemeint ist.

daher, dass die kleinen, noch Reste quergestreifter Muskelmasse führenden Organe dieser Fische keine eigentlichen elektrischen wären, sondern nur einen dem der elektrischen Organe ähnlichen Bau besässen. Man bezeichnete sie daher früher nach dem Vorschlage DU BOIS-REYMOND'S als „pseudoelektrische".

Unter den starkelektrischen Fischen, zu welchen der Zitteraal (*Gymnotus electricus* L.), der Zitterwels (*Malopterurus electricus* LACÉP.) und die Zitter- oder Krampfrochen-Gattungen und -Arten, Torpedines (*Torpedo, Narcine, Discopyge, Hypnos, Astrape, Temera*), gehören, verfügt ohne Zweifel der Zitteraal über die stärksten Batterien, durch deren Entladungen Mensch und Lastthiere zum Hinstürzen gebracht werden können [1]).

An die Gewaltigkeit des Zitteraalschlages reicht wohl nur der schon erwähnte Riesen-Zitterroche, *Torpedo occidentalis* STORER, heran, dessen Schlag so stark ist, dass der Capitän E. ATWOOD, dem die Wissenschaft nähere Angaben über das Vorkommen dieses Rochens verdankt, mehrmals davon zu Boden stürzte, „wie mit der Axt gefällt" (DU BOIS-REYMOND, 82).

An dritter Stelle kommt dann wohl der Zitterwels, ohne indessen die genannten elektrischen Riesen zu erreichen. Immerhin übertrifft er aber nach Angabe der Autoren [2]) die gewöhnlichen Zitterrochen des Mittelmeeres an Stärke und Schmerzhaftigkeit des Schlages.

Wie DU BOIS-REYMOND (79, p. 619) betont, ist der Schlag der Zitterwelse im Vergleich zu ihrer Grösse für das subjective Gefühl des Menschen überraschend heftig. „Berührt man Kopf und Schwanz eines im Wasser befindlichen, kräftigen Fisches mit dem Zeigefinger, so erstreckt sich der Schlag freilich nicht über das Mittelhandfingergelenk hinauf. Ergreift man ihn aber mit wohl durchfeuchteten Händen, so erhält man einen schweren Schlag bis in die Ellenbogen." „Ein Oeffnungsschlag bei ganz aufgeschobener, secundärer Rolle mit einer GROVE'schen Kette im primären Kreise, durch Handhaben unmittelbar genommen, hatte etwa gleiche Stärke wie ein tüchtiger Fischschlag."

Auch BABUCHIN (10, p. 265) erhielt einmal während eines Versuches von der einen Hälfte des elektrischen Organs vom *Malopterurus* (die andere Hälfte war entfernt) bei elektrischer Reizung der Medulla oblongata zufällig einen so starken Schlag, „dass er einige Minuten nicht zur Besinnung kommen konnte".

BABUCHIN hat auch auf den Unterschied aufmerksam gemacht, welcher zwischen den durch den Schlag von *Torpedo* und *Malopterurus* bewirkten Empfindungen besteht. „Die Schläge des ersteren sind sozusagen mehr weich, stumpf, die von *Malopterurus* schärfer, mehr stechend, penetrirend; kurz gesagt, der Unterschied ist derselbe wie zwischen den Strömen der primären und der secundären Spirale — zwischen dem Extracurrent der Haupt- und dem Oeffnungsschlag der Nebenrolle — des Inductoriums." (Vgl. BIEDERMANN, 24, p. 792.)

DU BOIS-REYMOND weist darauf hin, dass dies wahrscheinlich auf dem verschiedenen Modus der Innervation der Organe in beiden Fällen beruhen dürfte, da bei dem Zitterwels jede Organhälfte nur von einer einzigen Ganglienzelle, bei *Torpedo* dagegen von den sehr zahlreichen Ganglienzellen des Lobus electricus versorgt wird.

---

1) Nach den Schilderungen der Reisenden werden die Gymnoten zeitweilig sogar zur Landplage, wenn sie in den Flüssen an den zu passirenden Furthen häufiger auftreten: durch ihre gewaltigen Schläge können die Lastthiere hingestreckt werden, so dass sie dem Tode durch Ertrinken anheimfallen. Sehr anschaulich hat C. SACHS (253) die Wirkungen des Zitteraalschlages auf den Menschen geschildert. Dieser Forscher erhielt in Venezuela beim Anfassen eines kräftigen, 1,23 m langen Gymnoten mit Kautschukhandschuhen, trotz der isolirenden Wirkung dieser Handschuhe, dennoch höchst empfindliche Schläge. Der vollen Wirkung der elektrischen Entladungen war SACHS einmal, ohne dass er es wollte, ausgesetzt. „Er war ins Wasser gefallen und mit völlig durchnässten, anklebenden Kleidern eben herausgekommen, als er, durch seine Kautschukhandschuhe geschützt, sich bemühte, einen frisch gefangenen, über 5 Fuss langen, sich heftig sträubenden Zitteraal in eine Wanne zu werfen. Das Thier entschlüpfte, fiel ihm auf beide Füsse, so dass es mit dem Kopfe das eine, mit dem Schwanze das andere Bein berührte, und verweilte so einige Secunden. In dieser Lage, wo Dr. SACHS' Beine gerade einen leitenden Bogen zwischen den Polen der Zitteraalsäulen bildeten, erhielt er eine dicht gedrängte Reihe von Schlägen, die, durch keine in Betracht kommende Nebenschliessung geschwächt, bei guter Leitung durch die nassen Kleider, ihn mit unbeschreiblicher Stärke trafen. Laut aufschreiend vor Schmerz, stand er wie versteinert durch den Schreck, ohne sich des Thieres (welches schliesslich entkam) entledigen zu können" (253, p. 131). SACHS erzählt auch, dass sich ein schlagender *Gymnotus* in den Flüssen sehr bald dadurch bemerkbar macht, dass getödtete Fische und Frösche an die Oberfläche des Wassers kommen.

2) Vgl. z. B. BABUCHIN (7, p. 162).

„An der nur von einer Ganglienzelle innervirten Hälfte des Zitterwels-Organs trennt den Schlag der entferntesten von dem der nächsten Platte nur der sehr kleine Bruchtheil der Secunde, dessen die Innervationswelle bedarf, um die Länge des Organs zu durchlaufen. Bei dem Zitterrochen-Organ wird dagegen die Dauer der Entladung durch die Zeit bestimmt, deren der elektrische Lappen bedarf, um in seiner ganzen Ausdehnung erregt zu werden. Und nach dem, was wir von der Fortpflanzung des Reizes durch Gangliencomplexe, z. B. durch das Rückenmark, wissen, kann diese Zeit eine verhältnissmässig beträchtliche sein. Dass aber der Schlag um so schärfer, stechender, durchdringender ausfalle, je gleichzeitiger alle Platten schlagen, versteht sich wohl von selbst.“

Der Zitterwelsschlag wird nach Du Bois-Reymond (79, p. 619) „nicht so trocken empfunden, wie der einer Leydener Flasche, sondern hat mehr etwas Schwellendes; öfters unterscheidet man darin mehrere Maxima.“

Entsprechend dieser subjectiven Empfindung beim Zitterwelsschlage stellte der genannte Forscher vermittelst seines „Froschweckers“ fest, dass der Zitterwels, gereizt, nur selten einmal schlägt, sondern gewöhnlich mehrmals nach einander, bald dicht gedrängt, bald in längeren Zwischenräumen.

Jeder Schlag ist discontinuirlich und besteht (nach Marey bei *Torpedo*) aus einer dicht gedrängten Reihe von kurzen, registrirbaren Stromstössen (Theilentladungen nach Du Bois-Reymond). Schlägt der Fisch willkürlich oder reflectorisch, so erzeugt er eine kürzere oder längere, mehr oder minder dichte Reihe solcher Stromstösse, deren Zahl sehr verschieden sein kann. In der Regel folgen sich etwa 25 Stösse mit einer Geschwindigkeit von 100—200, im Mittel 150 in der Secunde (Du Bois-Reymond, 80, p. 239; Marey, 174—178). „Danach würde jede Gesammtentladung aus einer treppenförmigen Häufung zahlreicher Theilentladungen sich aufbauen.“ „Je nach der Zahl der Theilentladungen würde die Dauer einer willkürlichen Gesammtentladung zwischen 0,14 und 0,23 Secunden schwanken“ (80, p. 239).

Wie Du Bois-Reymond (80, p. 239) hervorhebt, „scheint es nicht, als ob die Zusammensetzung der Gesammtentladungen der Zitterfische aus Theilentladungen die Ursache der eigenthümlich schwirrenden oder zitternden Empfindung sei, welche den Schlag begleitet und den elektrischen Fischen im Französischen, Spanischen, Holländischen ihren Vulgärnamen Tremble, Anguille tremblante, Temblador, Sidder-vish[1]) verschafft hat, wonach das deutsche „Zitterfisch“ gebildet ist. Dazu folgen sich die Marey'schen Theilentladungen zu schnell, und die Gesammtentladung dauert zu kurze Zeit. Vielmehr ist zu glauben, dass diese Empfindung von auf einander folgenden Gesammtentladungen herrührt, welche auch halb und halb verschmelzen mögen.“

Schönlein (259, p. 419 u. 424) hat übrigens kürzlich nachgewiesen, dass der freischwimmende Zitterroche auch einen einzelnen Schlag (Stromstoss) willkürlich abzugeben im Stande ist. Interessant ist der von diesem Forscher gelieferte Nachweis, dass bei *Torpedo* beide Organe stets isochron schlagen. Die Summe der Einzelschläge, welche das gereizte Thier während einer Versuchsreihe bis zur vollständigen Erschöpfung und Reactionslosigkeit seiner Organe abgeben kann, bleibt zwischen 1000 und 1200.

Den Schlag des Zitterwelses haben in neuerer Zeit die Oxforder Physiologen Gotsch und Burch[2]) vermittelst des stromprüfenden Nervmuskelpräparates, des Thomson'schen Galvanometers und anderer Vorrichtungen, besonders aber mit Hilfe des Capillarelektrometers untersucht. Wie sie fanden, ist der auf Reizung des elektrischen Nerven am herausgeschnittenen Organ eintretende Schlag zuweilen ein ganz einfacher (Stromstoss,

---

1) Der arabische Name für den Zitterwels ist Raād (Raāsch nach Forscål, Raādah nach Abd-Allatif und Boll) = Zitterer, eine Bezeichnung, welche nach Bilharz an der Küste des Rothen und Mittelländischen Meeres auch für den Zitterrochen gebräuchlich ist. Boll (32, p. 712, Anmerk. 6) bemerkt hierzu: „Fast gleichlautend mit dem Worte Raādah ist die ägyptische Bezeichnung für Donner — eine Uebereinstimmung, welche zu der Ansicht Veranlassung gegeben hat, als ob die Aegypter bereits die Uebereinstimmung der Wirkungen der atmosphärischen Elektricität und des *Malopterurus* dunkel geahnt und dieser Ahnung in der Sprache Ausdruck gegeben hätten. Doch ist es richtiger, anzunehmen, dass beide Bezeichnungen, die für den Donner und die für den Fisch, unabhängig von einander von ein und derselben Wurzel abgeleitet sind, welche „Zittern“ bedeutet.“

2) (41, p. 398/9.) Vgl. auch den Jahresbericht über die Leistungen und Fortschritte in der ges. Medicin von Virchow, XXXI. Jahrg., Bericht f. d. Jahr 1896, Bd. I, p. 195.

siehe oben, monophasic electromotive change) und dauert 0,002—0,005 Sec. Die Latenzzeit beträgt 0,0035 Sec. bei 30° C bis 0,09 Sec. bei 5° C. Meistens besteht er aber aus einer Reihe von 5—20 solchen Einzelschlägen, die einen ganz regelmässigen Rythmus (peripheral organ rhythm; 100 bei 5° C bis 280 bei 35° C) haben. Das Organ selbst ist nach GOTSCH und BURCH nicht reizbar; bei directer Reizung sind es die in ihm enthaltenen Nerven, welche erregt werden.

Am unverletzten Fisch lassen sich durch (mechanische und elektrische) Hautreizung im Bereich des elektrischen Organs reflectorische Schläge auslösen, deren Reflexlatenz 0,03—0,5 Sec. beträgt. Der Reflexschlag besteht aus 2—5 Gruppen von Einzelschlägen, welche letzteren den oben erwähnten Rythmus zeigen. Die Gruppen sind durch Zeitintervalle von einander getrennt und folgen einander mit einer Geschwindigkeit von 3—4 (in maximo 12) in der Secunde.

Die elektromotorische Kraft hängt von der Zahl der elektromotorischen Elemente des Organs, der Platten, ab; für die einzelne Platte berechnen GOTSCH und BURCH sie auf mindestens 0,04 Volt; wahrscheinlich beträgt sie aber 0,07 Volt.

PACINI (216—218) hat zuerst auf die Beziehungen hingewiesen, welche zwischen dem Nervenansatz an den plattenförmigen Elementen des Organs und der Richtung des elektrischen Stromes bestehen. Danach verhalten sich die Plattenseiten des elektrischen Organs, welche die Nervenendigungen tragen, im Momente des Schlages elektro-negativ zu den nervenfreien Seiten, welchen das positive Vorzeichen gebührt (PACINI'sche Regel). Im Organ des Zitterrochens, in welchem bei natürlicher Stellung des Fisches die Platten in den dorsoventral gestellten Säulen wagerecht liegen, sitzen die Nervenendigungen an den unteren Plattenseiten, bei dem Zitteraal, dessen Platten senkrecht gestellt sind, befinden sie sich, wie ich (18, 19) nachweisen konnte, an den Zottenfortsätzen der Hinterfläche der Platten. Mithin verhält sich bei dem ersteren im Momente des Schlages die Bauchseite der Platten und des ganzen Thieres elektro-negativ zu der Rückenseite, während bei dem Zitteraal die Schwanzgegend elektro-negativ, die Kopfregion dagegen elektro-positiv wird. Da die Richtung des normalen Schlages der Zitterfische stets senkrecht auf die Ebene der Platten gerichtet ist, so wird der Schlagstrom in dem Zitterrochen die Organsäulen stets in „positiver" Richtung vom Bauch nach dem Rücken, im Zitteraal vom Schwanz gegen den Kopf hin durchsetzen. Dieser PACINI'schen Regel fügen sich nach FRITSCH (120) auch die Mormyriden.

Dagegen macht der Zitterwels eine Ausnahme, wie RANZI und unabhängig davon DU BOIS-REYMOND entdeckt haben (79, p. 603). Denn obwohl hier der Plattennerv, wie auch ich des Näheren unten ausführen werde, von der Caudalseite her an die senkrecht gestellten elektrischen Organplatten herantritt, so ist diese Nervenseite doch im Momente des Schlages elektro-positiv, so dass der Schlag im Organe des Zitterwelses unabänderlich vom Kopfe nach dem Schwanze gerichtet ist. Das Gleiche fanden auch GOTSCH und BURCH (41) bei ihren neuerlichen Reizungsversuchen der elektrischen Nerven am herausgeschnittenen Zitterwelsorgan.

Wie BURDON SANDERSON und GOTSCH (134) nachgewiesen haben und BIEDERMANN in seiner Elektrophysiologie (24) erwähnt, gilt das letztere auch für *Raja*. Bei diesem Rochen liegen aber die Nervenendigungen, wie ich (17) gefunden habe, an der Vorderseite der Platte, so dass auch hier die Nervenseite im Momente des Schlages elektro-negativ wird. Das elektrische Organ von *Raja* ist also, im Gegensatz zu *Malopterurus*, der „PACINI'schen Regel" gleichfalls unterworfen.

Die auffälligen, zum Theil schmerzhaften Empfindungen, welche bei Berührung des Zitterwelses eintreten, haben wohl schon sehr früh die Aufmerksamkeit des Menschen auf den sonst unscheinbaren und in seinem Fleische jetzt wenig geschätzten Fisch hingelenkt.

Den alten Aegyptern war er schon wohlbekannt, wenn er auch in ihrem Cultus keine Rolle gespielt zu

haben scheint. In den trefflich ausgeführten und vorzüglich erhaltenen Wandbildern der altägyptischen Grabkammern [1]) sind Fische dargestellt, welche den *Malopterurus* unzweifelhaft erkennen lassen.

Diese ältesten bildlichen Darstellungen sind aber auch die einzigen Nachrichten, welche uns aus dem Alterthum über unseren Fisch überliefert sind.

Nur eine Stelle des ATHENAEUS [2]), welcher von einem Nilfisch „νάρκη“ spricht, kann wohl auf ihn bezogen werden (vergl. 70, p. 22, 23).

ARISTOTELES, PLINIUS und GALEN kennen nur die *Torpedo* des Mittelmeeres.

Im Mittelalter bis in die neueste Zeit hinein wird nur einige wenige Male in Reisebeschreibungen des Zitterwelses Erwähnung gethan.

So führt ihn der arabische Arzt ABD-ALLATIF [3]) aus Bagdad, welcher im 12. Jahrhundert lebte und einen Reisebericht über Aegypten verfasst hat, unter den Nilfischen auf und giebt zugleich die erste Beschreibung der physiologischen Wirkungen des Zitterwelsschlages auf den Menschen, welche wohl werth ist, der Vergessenheit entrissen zu werden. Seine anschaulichen Worte mögen daher in der von SILVESTRE DE SACY (1) gegebenen Uebersetzung hier Platz finden: (l. c. p. 145) „Nous ne devons pas omettre parmi les animaux propres à l'Égypte le poisson connu sous le nom de raâda, parceque l'on ne peut le toucher, quand il est vivant, sans éprouver un tremblement auquel il est impossible de resister; c'est un tremblement accompagné de froid, d'une torpeur excessive, d'une formication dans les membres, et d'une pesenteur telle, que l'on ne peut ni se retenir, ni tenir quoique ce soit. L'engourdissement se communique au bras, puis à l'épaule, puis gagne tout le côté, pour peu qu'on touche ce poisson, si léger et si court que soit l'attouchement. Un pêcheur, qui avoit pêché le raâda, m'a assuré que, quand ce poisson étoit dans le filet, ce même effet se faisoit sentir au pêcheur, sans que sa main touchât le poisson et même à une distance de plus d'un empan. Quand le raâda est mort, il perd cette vertu.“

Interesse verdient ferner die Erzählung des Jesuitenpaters GODIGNO [4]) aus dem 17. Jahrhundert, dass ein lebender Zitterwels im Stande ist, wenn er zwischen bereits abgestorbene Fische geworfen wird, diese wiederum zur Bewegung anzuregen, so dass sie zu leben scheinen, eine Thatsache, welche, wie BOLL (32) sich ausdrückt, „als ein unbewusstes Vorspiel der Lehre von den thierisch-elektrischen Reizversuchen einen Platz in der Geschichte der Wissenschaft verdient“.

ADANSON, ein am Senegal reisender französischer Botaniker, und der dänische Zoologe FORSKÅL sind die ersten Naturforscher gewesen, welche die elektrischen Eigenschaften des Zitterwelses geschildert haben. ADANSON betonte (1751) die Aehnlichkeit des Zitterwelsschlages mit den Entladungen der kurz vorher (1745) entdeckten Leydener Flasche, wie es vor ihm schon S' GRAVESANDE gethan hatte.

GEOFFROY ST. HILAIRE (128, 129) lieferte sodann die erste genauere anatomische Beschreibung des elektrischen Organs des Zitterwelses. Als Begleiter der Napoleonischen Expedition 1798 hatte er in Aegypten Gelegenheit, frische Malopteruren zergliedern zu können.

Wie die Literatur-Besprechung am Schlusse dieser Abhandlung zeigen wird, haben nach ST. HILAIRE zahlreiche Anatomen den Bau des Zitterwelses zum Gegenstande ihrer Studien gemacht. Epochemachend für unsere Auffassung vom Bau der elektrischen Organe überhaupt ist die Arbeit von BILHARZ (1857) geworden, welcher als Lehrer der Anatomie an der medicinischen Schule in Kairo die freie Zeit, welche ihm seine Berufsgeschäfte liessen, der Erforschung des Zitterwelses mit grösstem Erfolge gewidmet hat.

---

1) Siehe LEPSIUS, Denkmäler aus Aegypten und Aethiopien, II. Abth. Vgl. auch FRITSCH, *Malopterurus electricus* (118 I) p. 4 und den Holzschnitt auf dieser Seite.

2) Deipnosophistarum L. VII.

3) ABD UL LATIF, geb. 1162 zu Bagdad, gest. 1231 (Meyer's Konversations-Lexikon, V. Aufl., Bd. I, 1893).

4) De Abassiniorum rebus deque Aethiopiae patriarchis libri tres P. Nicolao Godigno Societatis Jesu auctore nunc primum in lucem emissi, Lugduni 1615.

Was schliesslich das Vorkommen des Zitterwelses anbetrifft, so geht aus Obigem hervor, dass er zuerst aus dem Stromgebiete des Niles bekannt wurde. In den 50er Jahren, als BILHARZ seine Untersuchungen anstellte, war der *Malopterurus* bei Kairo einer der häufigeren Fische, wenn auch sein Erscheinen sehr an die Jahreszeit gebunden war. Jetzt scheint er dort recht selten geworden zu sein; wenigstens hält es sehr schwer, von Kairo Fische zu erlangen.

Später wurde der *Malopterurus* auch im Senegal, Gambia, Ogowe, Old-Calabar, Benin, Congo, Kamerunfluss, Zambesi und in anderen Flüssen Afrikas aufgefunden. Er scheint demnach ziemlich in allen grösseren Flussgebieten Afrikas etwa zwischen dem 30^0 nördlicher und 20^0 südlicher Breite vorzukommen. Besonders häufig scheint er in den Küstenflüssen des tropischen West-Afrika zu sein.

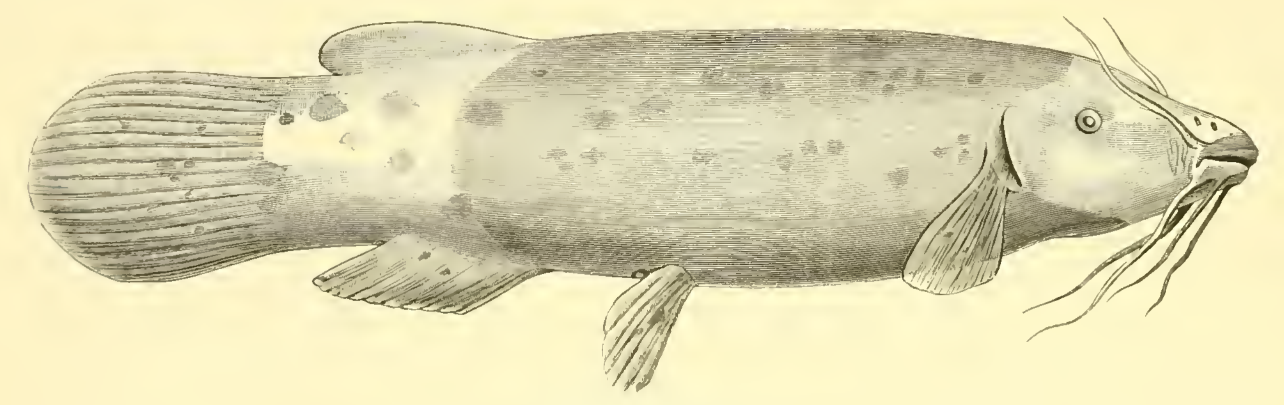
GÜNTHER (139, p. 219, 220), nimmt 3 verschiedene Zitterwelsarten von Westafrika an, die er als *Malopterurus electricus*, *beninensis* und *affinis* bezeichnet. Auch andere Systematiker (MURRAY, SAUVAGE, ROCHEBRUNE) haben besondere Arten unterschieden. Nach den Untersuchungen von W. PETERS (220, 221) ist diese Spaltung in Arten aber nicht berechtigt. Nach diesem Autor giebt es vielmehr nur eine Art, den *Malopterurus electricus* LACÉPÈDE. Die Abweichungen sind als Localvarietäten dieser einen Art aufzufassen.

II. Makroskopische Anatomie des elektrischen Organs des Zitterwelses.

Zur Untersuchung des gröberen Baues des Zitterwelses standen mir 3 in Alkohol sehr gut conservirte Exemplare zu Gebote. Das grösste mass vom vorderen Rande der Oberlippe bis zur Schwanzspitze 31 cm, das zweite 28 cm und das dritte 20 cm. Die beiden ersteren stammten aus dem Nil, das letztere aus dem Gambia-Fluss.

Lage und Form des Organs sind präparatorisch leicht festzustellen und wurden besonders von Bilharz und Fritsch schon eingehend untersucht und beschrieben. Zur Ergänzung des bisher Bekannten und zur Orientirung des Lesers sei daher nur das Folgende bemerkt.

Das elektrische Organ liegt bei dem Zitterwels dicht unter der Haut und bildet hier eine dicke Schicht eines sulzigen, weichen, gallertähnlichen Gewebes, welches mit der Haut fest verwachsen ist. In frischem Zustande ist dies Gewebe nach Bilharz (26, p. 31) auf dem Durchschnitt helldurchsichtig und von graulich-gelbweisser Farbe; an den Schnittflächen wölbt es sich vor. Seine Consistenz ähnelt der des Glaskörpers oder der Wharton'schen Sulze. Geoffroy St. Hilaire hat es mit Bezug auf sein äusseres Ansehen, wie Bilharz sagt, nicht unpassend, mit Speck verglichen.



Holzschnitt-Figur 1.

Malopterurus electricus Lacép., nach einem Spiritus-Exemplare von 31 cm Länge. Die Ausdehnung des elektrischen Organes ist durch Schraffirung bezeichnet.

An Spirituspräparaten hat das elektrische Gewebe seine gelblich-weisse Farbe meist noch bewahrt, erscheint aber undurchsichtig und sinkt auf dem Durchschnitt ein. Die Consistenz ist weich geworden, so dass sich die Schicht leicht zusammendrücken lässt. Bei Anwendung wasserentziehender Reagentien tritt oft eine starke Schrumpfung ein. Besser erhält sich das natürliche Aussehen in Formol. An den mir zu Gebote stehenden, frisch mit diesem Reagens behandelten und darin aufbewahrten, grösseren Hautstücken ist das elektrische Gewebe bläulich-weisslich mit einem Stich ins Gelbliche und dabei trübe-durchscheinend; seine speckartige Consistenz hat es in Formol noch bewahrt.

Diese Gewebslage umgiebt nun schwartenartig ringsum den Körper des Thieres und erstreckt sich vom Kopfe bis in die Nähe des Schwanzes. Nur dort, wo die Flossen sitzen, sind für diese in dem elektrischen Mantel Oeffnungen ausgespart.

Die Ausdehnung des Organes habe ich nach den an meinen Spiritus-Exemplaren erhaltenen Resultaten in einer Skizze durch Schraffirung angedeutet. Die Figur wurde nach meinem grössten Spiritus-Exemplar von 31 cm Länge in verkleinertem Maassstabe entworfen.

Wie der beistehende Holzschnitt zeigt, reicht vorn das Organ seitlich bis dicht hinter die Brustflosse. Von dieser Stelle aus geht die Grenze hart an dem hinteren Rande des oberen Theiles der Kiemenspalte vorbei auf die Oberseite des Kopfes, um hier abgerundet von der einen zur anderen Seite zu verlaufen; in der Mittellinie findet sich im Präparat eine kleine, nach hinten gerichtete Ausbuchtung. BILHARZ hat die Zwischenaugengegend als vordere Grenze auf dem Kopfe angegeben. An meinen Exemplaren reicht sie aber nicht so weit, sondern bleibt davon etwa 1—2 cm entfernt. Individuelle Abweichungen kommen demnach wohl vor. Nach unten hin streicht der vordere Rand des Organs an dem unteren Ende der Kiemenspalte vorbei, verläuft abgerundet noch etwas nach vorn und geht alsdann mit nach vorn gerichteter Convexität in den der anderen Seite über. Die vordere Grenze des Organs fällt in der unteren Medianlinie zusammen etwa mit der Mitte der Entfernung zwischen Brustflosse und Ansatz des hinteren, unteren Bartels oder bleibt doch nur wenig hinter dieser Mitte zurück. Hinter der Flosse und der Kiemenspalte ist das Organ noch ziemlich dick, schärft sich aber unten und besonders oben gegen den vorderen Rand hin zu.

Hinten oben erreicht das elektrische Gewebe den Anfang der Fettflosse. Von hier aus läuft die hintere Grenzlinie mit einer nach hinten gerichteten Vorbuchtung bogenförmig an der Seite bis zum vorderen Theil der Analflosse herab. Der an der Seite des Thieres am weitesten nach hinten reichende Punkt der lappenförmigen Vorbuchtung fällt etwa mit einer Verticalen zusammen, die von der Gegend der Mitte der Analflosse nach oben gezogen wird. Zwischen dem Anfang der Schwanzflosse und der hinteren Grenze des Organs bleibt demnach eine grössere Hautstrecke frei von elektrischem Gewebe. Die von mir angegebene hintere Grenze des Organs steht im Einklang mit der Fig. 6 auf Tafel I des BILHARZ'schen Werkes (26), aber nicht mit der von RUDOLPHI (250) gegebenen Abbildung; auf der letzteren ist der hintere Organrand weiter caudalwärts, bis über den Bereich der Analflosse hinaus, verlegt.

Präparirt man die ganze Haut mit dem elektrischen Organ von dem Thierkörper ab und breitet sie horizontal mit nach oben gerichteter Innenfläche aus, wie es von FRITSCH (118, I) abgebildet ist, so stellt das Organ eine breite, von vorn nach hinten verschmälerte Platte dar, welche vorn zwei tiefe, den Brustflossen und Kiemenspalten entsprechende Einschnitte besitzt.

Auf dem Rücken stossen die beiderseitigen Organe resp. Organhälften genau in der Medianlinie zusammen und werden hier durch eine das elektrische Gewebe durchsetzende, bindegewebige Scheidewand getrennt, welche auf dem Querschnitt als schmale, weissliche, oft ein wenig schräg gerichtete Linie, besonders bei Lupenvergrösserung, sehr gut sichtbar ist (Holzschnitt-Fig. 2 auf S. 11 bei S und S_1). An der frei präparirten Innenfläche markirt sich diese Scheidewand als weissliche, schmale, hier und da etwas zackig verlaufende, leistenförmig ein wenig vorspringende Linie, welche auf der ganzen Strecke vom vorderen bis zum hinteren Rande des Organs sehr deutlich hervortritt.

Auch an der Bauchseite ist eine mediane Scheidewand in gleicher Weise gut zu erkennen. Sie trennt die beiden Organe auf der Strecke von dem vorderen Rande bis zur Gegend zwischen den beiden Bauchflossen. Zwischen die letzteren wird von den beiderseitigen Organen ein gemeinschaftlicher kleiner Lappen hineingeschickt, welcher die Kloakenöffnung aber nicht zu erreichen scheint. Von dem Seitenrande dieses gleichfalls durch die Scheidewand getheilten Lappens gehen dann die Grenzlinien beider Organe nach oben und hinten um die Bauchflossen herum, so dass für die letzteren ein kleiner Raum ausgespart bleibt. Von hier ziehen sie nach unten zu der Kloakenöffnung, die nächste Umgebung derselben freilassend, um wieder hinter der Kloake bis zum Anfang der Analflosse mit einander zu verschmelzen. Auf dieser hinteren Strecke stossen die beiden Organe mithin wieder zusammen und zeigen auch hier zwischen sich die erwähnte, mediane, bindegewebige Scheidewand.

Die besprochenen Scheidewände zwischen den beiden Organen sind lange Zeit Gegenstand wissenschaft-

licher Discussion gewesen. Unter den früheren Anatomen werden sie nur von RUDOLPHI und PACINI erwähnt, von Anderen aber in Abrede gestellt. Irrthümlich ist die Angabe von RUDOLPHI, dass die Scheidewand von der Haut bis zu den Muskeln reiche. BILHARZ (26) hat die Scheidewände sodann genauer beschrieben und sich für das Bestehen zweier getrennter Organe, eines rechten und eines linken, ausgesprochen.

G. FRITSCH (118, I) ist anderer Meinung und stellt die Behauptung auf, dass die medianen Scheidewände nur bei älteren Thieren ausgebildet sind, jüngeren aber fehlen. Nach diesem Autor handelt es sich bei dem *Malopterurus* um eine einzige, ursprünglich einheitliche Anlage des elektrischen Organs, die Trennung in ein linkes und rechtes Organ soll erst eine secundäre, nur bei älteren Fischen eintretende Erscheinung sein. FRITSCH scheint diese Ansicht hauptsächlich auf die Befunde zu stützen, welche er bei Untersuchung der von ihm auch abgebildeten Querschnitte eines 12,3 cm langen Exemplares erhielt. An demselben fehlten die Scheidewände im mittleren und hinteren Theile des Fischkörpers, oder wurden hier nur angedeutet: im vorderen Abschnitte waren sie dagegen vorhanden. Das kleinste Exemplar, welches FRITSCH für seine Untersuchungen benutzt zu haben scheint und in seiner Liste von 22 Fischen (118, I, p. 83) aufführt, besass ein Ausmaass von 11,1 cm. BABUCHIN (7, p. 164) hat weit kleinere Exemplare, nämlich von 4—5 cm Länge, in Händen gehabt, macht aber leider keine Angaben darüber, wie sich die Scheidewände hier verhielten. Er sagt nur, dass das Bindegewebe sehr spärlich vorhanden war; im Uebrigen zeigten sich die elektrischen Organe aber schon ganz entwickelt, so dass die Fischchen schon „ziemlich empfindlich zu prickeln" vermochten.

Wie oben geschildert, habe ich an meinen Welsen, auch an dem kleinsten, die Scheidewände sehr deutlich ausgebildet gefunden. Ueber diese Frage kann aber nur die Entwickelungsgeschichte eine definitive Entscheidung bringen. Indessen möchte ich hierbei doch auf das eigenthümliche Verhalten der Hautnerven des *Malopterurus* hinweisen, welches gegen die Annahme von FRITSCH zu sprechen scheint. Wie BILHARZ (26, p. 24) beschrieben hat und an jedem Spirituspräparat leicht festgestellt werden kann, treten die sämmtlichen Nerven, welche die Haut im mittleren Theile des Rumpfes versorgen (von den Seitennerven abgesehen), in der dorsalen und ventralen Medianlinie innerhalb der erwähnten Scheidewände hindurch, das elektrische Organ selbst wird an anderen Stellen von keinem Hautnerven durchbohrt. Man könnte sich vorstellen, dass dieses eigenthümliche Verhalten dadurch bedingt wird, dass durch das Auswachsen einer ursprünglich rechten und linken Organanlage die Hautnerven nach oben und nach unten abgedrängt wurden, bis ihnen nur dort, wo die Organe schliesslich zusammenstossen, Raum zum Durchtritt übrig blieb. Wie gesagt, kann hierüber aber nur die Untersuchung von *Malopterurus*-Brut, die leider noch nicht aufgefunden ist, Aufschluss geben.

Die Dicke des Organs ist nicht überall die gleiche, kann aber in Folge der Beschaffenheit des Organgewebes nur an ganz frischen Thieren festgestellt werden. Nach BILHARZ (26, p. 29) ist sie „am beträchtlichsten in der Mitte des Rumpfes und etwas nach vorn davon und nimmt gegen das vordere und hintere Ende des Körpers allmählich ab. In querer Richtung liegt die grösste Dicke des elektrischen Organs in der Gegend der Seitenlinie und nimmt gegen den Rücken und noch mehr gegen den Bauch hin ab".

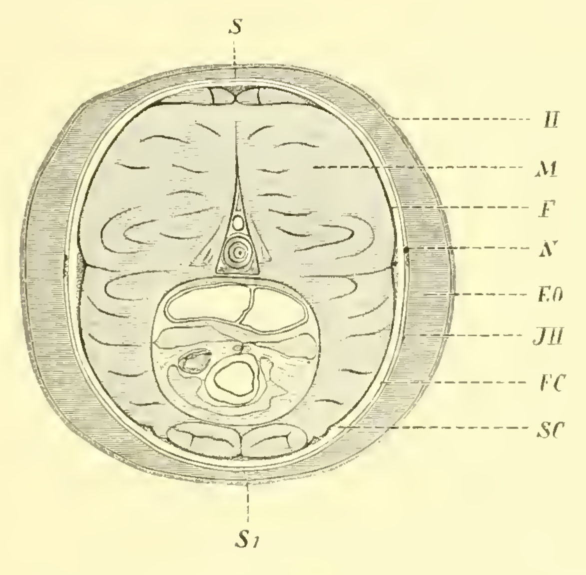
In der Holzschnitt-Figur 2 habe ich den verkleinerten und etwas schematisch gehaltenen Querschnitt abgebildet, welcher durch mein grösstes Spiritus-Exemplar in der Mitte des Rumpfes dicht vor den Bauchflossen gelegt wurde. Sie stellt den Querschnitt der caudalen Hälfte dar. Unterhalb der Mitte sieht man die hier schon ziemlich eng gewordene Bauchhöhle mit den durchschnittenen Bauchorganen, worunter die dorsalwärts gelagerte doppelte Schwimmblase auffällt. Darüber befindet sich die Wirbelsäule mit dem Vertebralkanal. Unterhalb der Schwimmblase sieht man die Durchschnitte durch die Nieren, den Enddarm mit Fettkörper, die rechts gelagerte Harnblase und die sehr reducirten männlichen Keimdrüsen zu beiden Seiten des Mesenteriums. Die Körpermusculatur (*M*) ist dunkel gehalten. Die durch Schraffirung kenntlich gemachte Schicht (*EO*) dicht unter der Haut bezeichnet wieder das elektrische Organ, dessen verschiedene Dicke an den Seiten, dem Rücken und

Bauch des Thieres angegeben ist, soweit sie sich an den Spiritusexemplaren feststellen liess. Bei *S* und S_1 sind die medianen Scheidewände durchschnitten.

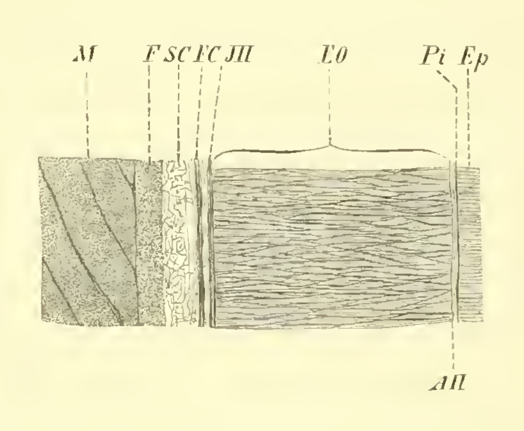
Die Dickenverhältnisse des Organs hat FRITSCH an frischen Exemplaren am eingehendsten untersucht und in einer Tabelle (118, I, p. 83) zum Ausdruck gebracht. Als grösste Dicke finden sich darin 7,8—9,7 mm verzeichnet, welche bei 32—33.1 cm langen Fischen in der Körpermitte oder vor derselben an der Seitenlinie gemessen wurden.

Die Ausdehnung und Dicke des *Malopterurus*-Organs haben zur Folge, dass das elektrische Gewebe einen beträchtlichen Theil des Körpergewichtes ausmacht. Nach BILHARZ (26) soll es über $^1/_4$ des gesammten Körpergewichtes betragen. FRITSCH (118, I, p. 19) ist zu etwas anderen Resultaten gekommen. Die Wägungen dieses Autors ergaben ein erheblich höheres relatives Organgewicht, nämlich durchschnittlich etwas über ein Drittel des Gesammtgewichtes (die über dem Organ befindliche, mit demselben verwachsene Haut mitgerechnet).

Macht man einen Durchschnitt durch die Haut, das elektrische Organ und die tieferen Schichten bis in die Körpermusculatur hinein, so kann man zunächst feststellen, dass die Haut ganz fest mit dem elektrischen Organ verwachsen ist.



Holzschnitt-Figur 2.



Holzschnitt-Figur 3.

Holzschnitt-Figur 2. Verkleinerter und etwas schematisch gehaltener Querschnitt durch die Mitte eines 31 cm langen Zitterwelses; Querschnitt der caudalen Hälfte. Das elektrische Gewebe (*EO*) ist durch Schraffirung bezeichnet. *S* dorsale mediane Scheidewand; S_1 ventrale mediane Scheidewand; *H* Hautgewebe; *JH* innere Organhülle; *FC* Fascia subelectrica; *SC* Stratum subelectricum; *N* Nervus electricus im Querschnitt, darunter Gefässdurchschnitte; *F* Fettschicht; *M* Körpermusculatur.

Holzschnitt-Figur 3. Durchschnitt durch die Haut, das elektrische Organ und die tieferen Schichten, seitlich in der Mitte des Fisches und parallel seiner Längsaxe, bei Lupenvergrösserung. Das elektrische Gewebe (*EO*) ist durch Schraffirung bezeichnet. *Ep* Epidermis mit den Cutispapillen; *Pi* Lage der Chromatophoren in der peripherischen Cutisschicht; *AH* Cutisgewebe, die äussere Hülle des elektrischen Organs bildend; *JH* innere Organhülle; *FC* Fascia subelectrica; *SC* Stratum subelectricum; *F* Fettschicht; *M* Körpermusculatur.

Der Holzschnitt Fig. 3 zeigt bei Lupenvergrösserung einen derartigen Schnitt, welcher seitlich in der Mitte des Fisches und parallel seiner Längsaxe senkrecht zu der Hautoberfläche gelegt wurde. Das elektrische Gewebe (*EO*) ist wiederum durch Schraffirung bezeichnet. Am weitesten nach aussen liegt der dicke epidermoidale Theil der Haut (*Ep*), in welchen schlanke Cutispapillen hineinragen. In der peripherischen Cutisschicht befindet sich eine Lage je nach dem Grade der Pigmentirung mehr oder weniger zahlreicher Chromatophoren (*Pi*), welche auch die Papillen begleiten. Bei stärkerer Lupenvergrösserung lassen sich die dunkel pigmentirten Elemente als schwarze Pünktchen sehr deutlich wahrnehmen. Darauf folgt das Cutisgewebe (*AH*) als dicke Lage derber, unter sich verbundener Bindegewebslamellen. Diese Lage bildet zugleich die äussere Umhüllungshaut des elektrischen Organs und hängt nach innen mit dem bindegewebigen Organgerüst fest zusammen.

Wesentlich dünner ist die innere Hülle *(JH)* (innere Sehnenhaut nach Bilharz), welche das elektrische Gewebe nach innen hin abschliesst. Diese Hülle bildet eine resistente, bindegewebige Membran, in welcher sich deutlich lange, platte, derbe, bläulich-weisse, glänzende Bindegewebsbündel erkennen lassen, wenn man die frei präparirte Oberfläche untersucht. Wie Bilharz schon beschrieben hat, verlaufen diese Bündel, sich kreuzend, in zwei verschiedenen Richtungen, indem die einen von oben und vorn nach unten und hinten, die anderen von oben und hinten nach unten und vorn ziehen. Bald sind die einen, bald die anderen Züge mehr vorherrschend. Auch mit dieser Membran steht das Bindegewebsgerüst des elektrischen Organs in festerem Zusammenhang. Man kann sie daher ebensowenig, wie die äussere Cutisschicht, von dem elektrischen Gewebe abpräpariren, ohne das letztere zu verletzen.

Dass die Sehnenzüge der inneren Organhülle am Vorderkopf, an der Kehle und an den wahren Flossen mit den tiefen Theilen fest verwachsen sind, wodurch die ganze, sonst leicht verschiebliche Hautschwarte fixirt wird, hat Bilharz (26, p. 25) näher ausgeführt.

An der vorderen und hinteren Grenze des elektrischen Organs gehen die beiden Organhüllen continuirlich auf den Theil der Haut über, welcher frei von elektrischem Gewebe ist; beide Membranen verlaufen hier ebenso, wie am elektrischen Organ selbst, weiter. An Stelle des elektrischen Gewebes findet sich hier zwischen ihnen eine „indifferente Ausfüllungsmasse“ (Bilharz), welche aus feineren und gröberen, von der einen zur anderen Membran ziehenden Bindegewebsbündeln und einer Art gallertiger Grundsubstanz besteht. Diese Zwischenmasse ist besonders in der Fettflosse und auf dem Kopfe reichlich. Dort, wo das elektrische Gewebe an diese Masse stösst, sind die Bindegewebsbündel mehr zusammengedrängt, so dass eine scheidewandartige Abgrenzung entsteht. Eine wirkliche Bindegewebshülle, ähnlich den medianen Septen, wie sie von Bilharz behauptet wird, soll aber nach Fritsch hier nicht exisitren. Auch an meinen Präparaten habe ich davon nichts gesehen. An den mir zur Verfügung stehenden, mit Formol behandelten Stücken aus der oberen Kopfgegend ist zwar an der Grenze auf der Innenfläche eine sehr zarte, helle, nicht überall deutliche Linie vorhanden; auf dem Durchschnitt entspricht dieser Linie aber kein eigentliches, makroskopisch erkennbares Septum. Daher ist es nicht immer möglich, an den Spirituspräparaten die vordere und hintere Grenze des Organs an seiner inneren freipräparirten Fläche mit blossem Auge auf den ersten Blick ausfindig zu machen, besonders wenn diese Gegend durch Alkoholeinwirkung etwas geschrumpft ist, und muss man Durchschnitte zu Hülfe nehmen.

Zwischen der mit dem elektrischen Organ versehenen Hautschwarte und der Rumpfmusculatur befindet sich nun eine dicke Lage eines weichen, lockeren Bindegewebes, welches ich als Stratum subelectricum bezeichnen will. Ich bemerke dabei aber, dass sich dieses Gewebe vorn und hinten auch unter die vom elektrischen Gewebe freie Hautpartie weiter erstreckt. Siehe *SC* und *FC* in den Holzschnitten Fig. 2 und Fig. 3 auf S. 11. Dieses Stratum subelectricum besteht aus feinen, zarten, sehr weichen, spinnewebigen, sich unregelmässig durchkreuzenden und verbindenden Bindegewebsbündeln. Mit der Pincette lassen sich an den Spirituspräparaten davon leicht kleine Flocken abzupfen. Die von Rudolphi (250) dafür vorgeschlagene Bezeichnung „flockige Haut“ ist daher nicht unpassend gewählt.

Nur an der Peripherie gegen das elektrische Organ hin ist dieses Gewebe fascienartig verdichtet. An meinen Spirituspräparaten finde ich hier eine ziemlich derbe Haut, welche aber nicht, wie die innere Hüllmembran des elektrischen Organs, derbe glänzende Bindegewebszüge enthält, sondern aus feinem Bindegewebe besteht, an welchem sich eine lamelläre Schichtung nachweisen lässt. Siehe *FC* in den Holzschnitt-Figuren 2 und 3 auf S. 11. Fasst man diese Membran zwischen zwei Pincetten, so kann man sie in mehrere dünne Platten auseinanderziehen. Der lamelläre Bau dieser Bindegewebsverdichtung ist auch bei mikroskopischer Untersuchung in Durchschnitten festzustellen. Man erkennt dann, dass die Membran von lockeren, feinen, unregelmässig zusammengedrängten und unregelmässig lamellär geschichteten Bindegewebsbündelchen gebildet wird. Daher

ist es nicht zu verwundern, dass es VALENCIENNES (274, 275) an Spirituspräparaten gelungen ist, diese subcutane Bindegewebsschicht erst in zwei und dann in bis sechs Lamellen zu zerlegen, ein Umstand, dem er eine ungerechtfertigte Wichtigkeit beigelegt hat. Nach aussen hin ist die Bindegewebsverdichtung durch lockeres Bindegewebe mit der Haut resp. der inneren Hülle des elektrischen Organs fester verbunden, kann aber doch leicht davon abgezogen werden. Nach innen hängt sie ganz locker mit dem flockigen Gewebe zusammen und ist leicht daran verschieblich. Ich möchte diese fascienähnliche, lamelläre Haut schlechtweg als Fascia subelectrica bezeichnen. Sie ist nicht nur an meinen Spirituspräparaten vorhanden, sondern findet sich auch an allen den Organstücken vor, welche ich von G. MANN (siehe unten) erhalten habe und welche mit Pikrinsäure-Sublimat, Kalium bichromicum und anderen Reagentien fixirt waren. Ich kann mir daher nicht denken, dass diese Haut allein durch Gewebsverdichtung in Folge von Reagenswirkung, insbesondere von Alkoholeinwirkung, entstanden sein sollte. Auffällig ist mir allerdings, dass BILHARZ (26), welcher so viele Malopteruren untersucht hat, sie nicht erwähnt und nur von einem subaponeurotischen laxen Bindegewebe spricht. Vielleicht erscheint sie in frischem Zustande unansehnlicher. An den mit Formol behandelten Stücken sah sie mehr durchsichtig und zarter aus. Gegen den Kopf des Fisches hin wird sie lockerer und nimmt mehr den Charakter des darunter gelegenen Gewebes an.

Wie mir scheinen möchte, spielt die Fascie physiologisch wohl eine ähnliche Rolle, wie etwa die Galea aponeurotica der am menschlichen Schädel verschieblichen Kopfhaut. Der Rumpf des Zitterwelses steckt ja in der dicken, etwas nachgiebigen, bei den Bewegungen des Thieres sich in Falten legenden, durch das elektrische Gewebe verdickten Hautschwarte, wie in einem biegsamen Futteral. Nur vorn am Kopfe, sowie an allen Flossen und an der Kloake ist die Haut mit den unterliegenden Theilen fester verbunden. Die Verschiebungen des Körpers, welche bei Bewegungen in Folge der Contractionen der Rumpfmusculatur innerhalb des Hautfutterales eintreten müssen, finden daher in dem flockigen Gewebe zwischen Oberfläche des Rumpfes und Innenfläche der Fascia subelectrica statt, in geringem Maasse dagegen wohl nur zwischen der Fascie und der inneren Sehnenhaut des elektrischen Organs selbst. In dem lockeren Gewebe lässt sich die Hautschwarte sehr leicht vom Rumpfe ablösen, eine Thatsache, welche schon sehr lange bekannt ist. Schon ABD-ALLATIF (1) (12. Jahrh.) erwähnt, dass die dicke Haut des Zitterwelses leicht abgezogen werden kann. Die Fascia subelectrica bleibt dabei wohl meist an der Hautschwarte sitzen.

Auch dieses subcutane Gewebe hat seine Geschichte. RUDOLPHI (250) sprach die Vermuthung aus, dass dasselbe ein zweites elektrisches Organ repräsentire. VALENCIENNES (274, 275) suchte diese Vermuthung näher zu begründen. Erst PETERS (219, 220) wies ihre Haltlosigkeit nach.

Nach innen von dem Stratum subelectricum findet sich schliesslich noch in wechselnder Ausbildung eine Fettschicht (*F* der Holzschnitt-Figuren 2 und 3 auf S. 11), welche in der Mittellinie des Rückens, seitlich und am Bauch in den Furchen zwischen den Muskelsträngen abgelagert ist. Eine continuirliche Fettlage an der ganzen Rumpfoberfläche, wie sie von CUVIER und DUVERNOY beschrieben worden ist, vermisse ich ebenso, wie BILHARZ. Darauf folgt die von der Muskelfascie überzogene Rumpfmusculatur (*M* in Fig. 2 und 3).

III. Mikroskopische Anatomie des elektrischen Organs des Zitterwelses[1]).

1. Bemerkungen über die Materialbeschaffung. Lebende Zitterwelse in Europa. Material von Gustav Mann in Oxford.

Nachdem ich den feineren Bau der elektrischen Organe von *Torpedo*, *Gymnotus* und *Raja* (14—19) untersucht hatte, gingen meine Bemühungen schon seit Jahren dahin, gutes, einwandfreies Material von *Malopterurus* zu erhalten, um auch den Bau dieses Fisches aus eigener Anschauung kennen zu lernen. Meine Spiritusexemplare genügten natürlich nicht, wenn sie auch manche Structuren schon ganz gut erkennen liessen. Mein Bestreben war, lebende Exemplare direct aus Afrika zu beziehen.

Lebende Zitterwelse sind mehrfach nach Europa übergeführt und hier sogar Jahre lang in der Gefangenschaft gehalten worden. Sie gelangten ausschliesslich von der Westküste Afrikas zu uns.

Zum ersten Male wurden im Jahre 1857 von der Frau eines schottischen Missionars, Namens ANDERSSON, aus Creek-Town am Old-Calabar-Fluss drei (6, 8 und 9 Zoll) lange Fische glücklich nach Edinburgh importirt. Von diesen überbrachte GOODSIR ein Exemplar DU BOIS-REYMOND in Berlin, welcher an diesem Fisch am 13. August 1857 (73) die von der PACINI'schen Regel (siehe darüber p. 5) abweichende Stromrichtung im schlagenden Zitterwelsorgan feststellte, ohne zunächst Kenntniss von den gleichen Resultaten der früher von RANZI (230) in Aegypten angestellten Versuche zu haben. Auch die anderen beiden Fische, welche GOODSIR nach Berlin nachkommen liess, überstanden die Reise und blieben in dem Laboratorium DU BOIS-REYMOND'S zum Theil über 5 Monate am Leben. Noch zweimal erhielt DU BOIS-REYMOND seitdem lebende Malopteruren aus derselben Gegend und zwar im Sommer 1858 3 Exemplare, von welchen das eine sehr bald starb, und sodann im Sommer 1859. Das Schiff, welches diese letzte Sendung von 2 Zitterwelsen nach Hamburg brachte, hatte eine so stürmische Ueberfahrt, dass der eine Fisch todt, der andere scheinbar sterbend in Berlin anlangte. Dadurch, dass er wochenlang einem Strome frischen Wassers ausgesetzt wurde, glückte es, ihn wieder herzustellen. Gerade dieser Fisch lebte am längsten von allen, bis zum Herbst 1864, d. i. über 5 Jahre, und wuchs ansehnlich in der Gefangenschaft (79, p. 605). DU BOIS-REYMOND hatte mithin Gelegenheit, die Gewohnheiten der Zitterwelse in der Gefangenschaft eingehender beobachten zu können. Wir verdanken ihm daher auch Mittheilungen über Haltung und Pflege des Zitterwelses und manche Winke, welche bei weiteren Importversuchen für den Transport der Fische sehr nützlich werden können. Hervorzuheben ist, dass die Malopteruren nur einzeln in je einem Wasserbehälter transportirt werden dürfen, da sie, zusammengesperrt, sich gegenseitig heftig bekämpfen (79, p. 606; 80, p. 103).

Auch noch im Juli 1864 gelangten 3 Exemplare aus dem Old-Calabar-Fluss nach Edinburgh in GOODSIR's Hände und blieben in der Gefangenschaft längere Zeit am Leben (271, p. 350).

Wie Herr Dr. HERMES mir mittheilte, wurde vor Jahren (im Herbste 1880) auch im Berliner Aquarium einmal der *Malopterurus* eine Zeit lang lebend gehalten (siehe auch 80, p. 409, Zusatz 6).

In letzter Zeit glückte es wiederholt, lebende Zitterwelse nach England zu importiren, so im Jahre 1885, in welchem ein Exemplar von $5^1/_2$ Zoll Länge aus dem Senegal nach England in die Hände von GOTSCH (132) gelangte. Im Frühling 1895 erhielten die Oxforder Physiologen GOTSCH und BURCH durch Dr. H. O. FORBES, Director of the Corporation Museum zu Liverpool, 6 Stück von 12—15 cm Länge, gleichfalls aus dem Senegal,

1) Eine Anzahl mikroskopischer Präparate vom elektrischen Organ des Zitterwelses wurde von mir auf der 13. Versammlung der anatomischen Gesellschaft in Tübingen demonstrirt. Vgl. den Demonstrationsbericht in den „Verhandlungen der anatomischen Gesellschaft auf der 13. Versammlung in Tübingen vom 21.—24. Mai 1899“.

an welchen sie ihre eingehenden wichtigen Untersuchungen über den *Malopterurus*-Schlag (137 und 41 angestellt haben. Zuletzt gelangte GOTSCH vor 2 Jahren durch Vermittelung der Marine Biological Society nochmals in den Besitz dreier Exemplare, von denen aber eines bald starb, weil sich das Wasser seines Behälters einmal während der Nacht zu sehr abgekühlt hatte [1]).

Nach diesen vorausgegangenen Erfolgen anderer Forscher erschienen mir meine Bemühungen nicht ganz aussichtslos. Herr Dr. HERMES, Direktor des Berliner Aquariums, dem ich lebend aus Venezuela importirte Gymnoten verdankte, hatte die Freundlichkeit sich wiederholt auch wegen des *Malopterurus* zu bemühen, wenn auch leider ohne Erfolg. Sodann wandte ich mich an die renommirtesten grossen Thier- und Naturalien-Handlungen, auch in Aegypten. Ferner suchte ich Bekannte von mir, welche sich zeitweise in Kairo aufhielten, sodann Schiffsärzte und Capitäne für meine Zwecke zu gewinnen. Besonders Herrn Dr. GROHÉ, welcher als Schiffsarzt Aegypten berührte, und Herrn Dr. VON HERFF, Augenarzt in Kairo, bin ich zu Dank verpflichtet. Aber alle meine Bemühungen führten nicht zum Ziele.

Mehr Hoffnung fasste ich, als der Vorsitzende des „Triton“, Verein für Aquarien- und Terrarienkunde in Berlin, Herr NITSCHE, Brüninghaus Nachf., vor einigen Jahren auf meine Bitte einen Reisenden, den Herrn THILENIUS, welcher in seinem Auftrage nach Aegypten ging, um lebende Thiere zu importiren, mit bewährten, praktisch construirten Transportgefässen, Durchlüftungsapparaten u. s. w. ausrüstete, eigens zu dem Zwecke, lebende Zitterwelse mitzubringen. Im August 1894 erhielt ich von Herrn THILENIUS einen vom 13. August 1894 datirten längeren Brief aus Kairo, worin er mir in Aussicht stellte, dass er eine Anzahl von Zitterwelsen mitbringen und voraussichtlich im September in Berlin eintreffen würde. Zugleich führte er Klage darüber, dass durch die monopolisirenden Nachfragen von Gelehrten die Zitterwelse in Aegypten sehr übertheuert und kaum noch zu erhalten seien. Dieser Brief blieb indessen die letzte Nachricht, welche ich von dem genannten Reisenden erhielt. Wie Herr NITSCHE mir auf meine Anfrage auch noch kürzlich mittheilte, ist der Herr THILENIUS seit jener Zeit spurlos verschollen — sammt den werthvollen Transportgefässen.

Ich hatte die Hoffnung schon so ziemlich aufgegeben, den *Malopterurus* untersuchen zu können, als mir im Januar 1898 ganz unvermuthet Herr College GUSTAV MANN in Oxford in einem liebenswürdigen Schreiben anbot, sein *Malopterurus*-Material zu bearbeiten. Natürlich nahm ich sein Anerbieten gern an und erhielt am 27. Januar 1898 die kostbare Sendung. Das übersandte Material war um so werthvoller, als es nicht allein ganz vorzüglich fixirt und conservirt, sondern auch nach verschiedenen Methoden vielseitigst behandelt war. Abgesehen von meinem Spiritusmaterial, liegen den folgenden histologischen Untersuchungen ausschliesslich die mir übersandten Organstücke zu Grunde.

Ich verfehle nicht, Herrn Collegen GUSTAV MANN für sein Anerbieten und für die viele Freude, welche mir diese Untersuchungen bereitet haben, auch an dieser Stelle meinen herzlichen Dank auszusprechen.

Die Sendung war von einem ausführlichen Briefe begleitet, welcher nähere Angaben über das Material enthielt. Ausserdem war Herr College GUSTAV MANN so freundlich, mir auf meine Anfrage noch weitere Auskunft zu geben. Ueberall, wo ich im Texte mit Bezug auf das elektrische Organ GUSTAV MANN citire, sind diese brieflichen Mittheilungen gemeint.

2. Untersuchungsmethoden.

Das Material stammt von 2 lebenden Exemplaren von ungefähr 15 cm Länge. Es sind das dieselben Fische gewesen, welche GOTSCH, wie oben erwähnt, vor 2 Jahren als letzte Sendung aus Westafrika erhielt und zu physiologischen Experimenten benutzt hat.

---

1) Ueber zwei weitere, im März dieses Jahres lebend nach Oxford übergeführte Malopteruren siehe den Nachtrag Capitel IV. (In die Korrektur dieser Abhandlung eingefügter Zusatz.)

Die Thiere wurden durch Einlegen in kaltes Wasser getödtet. Ein paar kleine Stücke wurden sofort von dem abgezogenen Organ herausgeschnitten und fixirt. Den grössten Theil des Materials conservirte GUSTAV MANN aber erst, nachdem die elektrischen Versuche an dem abgezogenen Organ vollendet waren, d. i. 6—8 Stunden nach dem Tode des Fisches. Trotzdem war das Organ selbst noch nicht todt oder auch nur leistungsunfähig oder ganz erschöpft; denn GUSTAV MANN erhielt „einen ungemein starken Schlag", als er das Organ mit einer Scheere in Stücke zerlegen wollte [1]). Das gesammte Material kann daher wohl den Anspruch darauf machen, lebensfrisch fixirt zu sein.

Von dem Organ wurden nun kleinere und grössere Stücke in folgenden Flüssigkeiten fixirt und conservirt.

1) Pikrinsäure-Sublimat-Lösung: 3 Theile concentrirte wässerige Pikrinsäurelösung + 1 Theil einer in 0,75-proc. Kochsalzlösung gesättigten Sublimatlösung. Sodann Alkoholhärtung und Conservirung in Alkohol absol.

2) 4-proc. und 5-proc. Formol- (Formaldehyd-)Lösung in 0,75-proc. Kochsalzlösung. Später Alkoholhärtung und Conservirung in Alkohol absol.

3) 5-proc. Formollösung in 0,75-proc. Kochsalzlösung mit einem Zusatz von $^1/_2$-proc. Toluidinblaulösung. Später Alkoholhärtung und Conservirung in Alkohol absol.

4) 5-proc. Lösung des Doppelsalzes, welches Sublimat mit doppelchromsaurem Kali bildet. Sodann Alkoholhärtung und Conservirung in Alkohol absol.

5) MÜLLER'sche Lösung.

6) RAMÓN y CAJAL's Gemisch: Osmiumsäure (1-proc.) 1 Theil, Kalium bichromicum (4-proc.) 4 Theile.

7) Desgleichen; sodann mit 0,75-proc. Lösung von Argentum nitricum nachbehandelt und darin conservirt.

8) 5-proc. Lösung von Kalium bichromicum und 4-proc. Lösung von Formollösung zu gleichen Theilen. Sodann Alkoholhärtung und Conservirung in Alkohol absol.

9) Gesättigte wässerige Pikrinsäurelösung.

10) VAN GEHUCHTEN's Alkohol-Chloroform-Gemisch: Alkohol absol. 60 Theile, Chloroform 30 Theile, Eisessig 10 Theile. Sodann Alkoholhärtung und Conservirung in Alkohol absol. Vergl. SAUER, Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. 46, 1895, p. 116.

Die Stücke, welche dem Organ sogleich nach dem Tode des Thieres vor Anstellung der physiologischen Experimente entnommen waren, erhielt ich bereits in Paraffin eingebettet. Das eine davon war mit Formollösung, das andere in gesättigter Pikrinsäurelösung unter Zusatz von 1 Proc. Säurefuchsin fixirt worden.

Ausserdem sandte mir Herr College GUSTAV MANN noch eine Anzahl vorzüglicher, nach verschiedenen Methoden gefärbter, von ihm selbst angefertigter mikroskopischer Schnittpräparate mit. Diese waren zum Theil von einem Organstücke geschnitten, welches sogleich nach dem Tode des Fisches vor den physiologischen Experimenten mit Pikrinsäure-Sublimat fixirt war. Im Texte wird von mir jedesmal angeführt werden, so oft ich Veranlassung hatte, mich auf diese mikroskopischen Präparate bei meinen Beobachtungen zu beziehen.

So reichhaltig, wie diese Aufzählung ist, so glaubte ich anfangs doch, dass ich die Behandlung mit FLEMMING'scher Flüssigkeit, reiner Sublimatlösung und reiner Osmiumsäure, auch wohl die Goldbehandlung vermissen würde [2]), Methoden, welche sich bei meinen früheren Untersuchungen über die elektrischen Organe mannigfach bewährt hatten. Freilich kann man niemals vorhersagen, ob sich ein bei dem einen elektrischen Fisch erprobtes Reagens auch bei einer anderen Gattung bewähren wird. So erwähnt OGNEFF (213, p. 567), dass sich die HERMANN'sche Flüssigkeit für die Untersuchung des elektrischen Organs der *Torpedo* besonders

1) Auch BABUCHIN (10, p. 261) erhielt beim Zerschneiden des Zitterwels-Organs, auch an Stellen, wo das unbewaffnete Auge keine Nervenfäserchen auf der inneren Fläche unterscheidet, „ziemlich starke" Schläge.

2) Vgl. hierüber den Nachtrag Capitel IV. (In die Korrektur dieser Abhandlung eingefügter Zusatz.)

geeignet erwies, aber „völlig unbrauchbar zur Fixirung desjenigen des *Malopterurus* war, bei dem sie die elektrischen Platten bis zur Unkenntlichkeit zusammenschrumpft und entstellt“. Aehnliche Erfahrungen habe ich mehrfach, z. B. mit der Osmiumsäure, gemacht.

Die Bearbeitung des von GUSTAV MANN erhaltenen Materials belehrte mich bald, dass die genannten Methoden in diesem Falle wohl entbehrlich waren, ohne die Vollständigkeit der Resultate in Frage zu stellen.

Der grösste Theil der Stücke wurde von mir in Paraffin (Schmelzpunkt 52° C) eingebettet und mit dem JUNG'schen Mikrotom geschnitten. Ein Theil eignete sich sehr gut zu Macerationen und Zupfpräparaten, welche mir äusserst werthvolle Aufschlüsse gaben. Leider wird die Zupfmethode heutzutage, wo viel zu einseitig gehobelt wird, sehr vernachlässigt. Die Schnitte wurden meist mit destillirtem Wasser, und wo dies nicht anging, mit Eiweisslösung aufgeklebt und auf dem Objectträger gefärbt. Alles mit Sublimat fixirte Material wurde genügend lange mit Jodalkohol behandelt. Von Farbstoffen benutzte ich Anilinfarben und die üblichen Kerntinctionen (Karmine, Hämatoxyline), worüber alles Nähere im Text gesagt wird. Als optische Hilfsmittel dienten mir WINKEL'sche und ZEISS'sche Linsen, vor allem die ZEISS'schen Apochromate, von homogenen Immersionen Apochr. 3 mm, Apert. 1,40; Apochr. 2,0 mm, Apert. 1,40; Apochr. 1,5 mm, Apert. 1,30; von Compensations-Ocularen No-4—12, No-18 nur ausnahmsweise. Ich mikroskopirte gewöhnlich bei künstlicher Beleuchtung (concentrirtes, durch Blau etwas abgedämpftes AUER-Licht).

3. Die elektrische Platte (Elektroplax) des Zitterwelses.

Das elektrische Gewebe besteht aus einem bindegewebigen Gerüst und aus den elektrischen Platten. Diese letzteren sind der wichtigste Bestandtheil, sie sollen daher zuerst abgehandelt werden.

Die „elektrische Platte“ wurde von BILHARZ 1857 (26) bei dem Zitterwels entdeckt und als morphologisches und elektromotorisches Element der elektrischen Organe nicht nur für diesen Fisch, sondern auch schon für die *Torpedo* und den Zitteraal hingestellt. Besonders bei dem Zitterwels war die von BILHARZ gewählte Bezeichnung „Platte“, wie wir sehen werden, sehr treffend gewählt.

Weitere Untersuchungen haben sodann ergeben, dass auch bei den schwach-elektrischen Fischen ähnliche morphologisch abgegrenzte, mit zahlreichen Kernen versehene Substanzmassen die elektrischen Organe zusammensetzen. Die Form dieser Körper ist aber bei den einzelnen Gattungen und Arten der elektrischen Fische sehr verschieden. Besonders bei den *Raja*-Arten weicht sie von der Gestalt einer „Platte“ sehr ab, wird dick, gedrungen und bei manchen Arten länglich oder gestielt. Ich habe daher in meiner *Raja*-Arbeit auch schon den Ausdruck „Platte“ möglichst vermieden und von einem „elektrischen Element“ gesprochen, eine Bezeichnung, gegen welche gleichfalls berechtigte Einwände erhoben werden können.

Aus diesen Gründen dürfte sich empfehlen, einen passenden Collectivnamen für die mannigfach gestalteten elektrischen Elemente zu wählen, und schlage ich die Benennung Elektroplax[1]) vor, ein Wort, welches nach dem Vorbilde der „Myeloplax“ gebildet ist. Die Anlehnung an diese für die vielkernigen Riesenzellen des Knochenmarkes gebräuchliche Wortbildung dürfte das Wort Elektroplax um so mehr empfehlen, als es sich in diesen Gebilden, wie wir sehen werden, auch um mehr oder weniger modificirte Riesenzellen handelt. Auf die Beziehungen der Elektroplaxe zu den Myoplaxen, wie ich die vielkernigen, quergestreiften Muskelfasern nennen möchte, werde ich in dem vergleichenden Theile eingehen. In der folgenden Beschreibung wird das Wort Elektroplax abwechselnd und gleichbedeutend mit „elektrische Platte“ gebraucht werden.

---

1) τὸ ἤλεκτρον; ἡ πλάξ.

A. Die Form der Platte.

Die Form der Elektroplax des Zitterwelses ist im Einzelnen wenig zutreffend von den Autoren beschrieben worden, wohl deswegen, weil sie vorwiegend auf Schnitten untersucht wurde. Ich habe daher eine Anzahl von Platten und Plattentheilen auf Tafel I und II abgebildet.

Um sie darzustellen, muss man Zupfpräparate und Macerationen zu Hilfe nehmen. Die nicht sehr feste Gerüstsubstanz legt der Anwendung dieser Methoden keine grossen Schwierigkeiten in den Weg. Ganz ausgezeichnete Dienste leistete mir für diesen Zweck das mit MÜLLER'scher Lösung und mit concentrirter Pikrinsäure behandelte Material (No 5 und 9 der Liste auf S. 16).

An den mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Stücken musste ich mit einer feinen Scheere zuvor die Cutis und die innere Organhülle abtrennen. Alsdann konnten dem gelockerten Gewebe kleine Stücke entnommen werden. Die Platten liessen sich in diesen Zupfpräparaten nicht unschwer isoliren und völlig intact, wenigstens in ihrem peripherischen Theile, gewinnen. Viele zerrissen allerdings auch, da das Bindegewebe der Gerüstsubstanz sich zwar als weich, nachgiebig und gelockert erwies, aber doch noch reichlich vorhanden war und bei dem Zerzupfen durch Zerrung und Dehnung der Bündel hinderlich wurde. Besonders galt das für die nicht so leichte Herrichtung zusammenhängender, an den Endnerven sitzender Plattenpräparate, wie eines in Fig. 17 auf Taf. I abgebildet ist.

Einen grossen Theil dieser Zupfpräparate aus MÜLLER'scher Lösung untersuchte ich ungefärbt oder nach Färbung mit Anilinfarben in Wasser oder Glycerin. Die meisten wurden in dünner Hämatoxylinlösung tingirt, mit Eosin nachgefärbt und in Canadabalsam eingeschlossen. Gerade diesen Zupfpräparaten verdanke ich viele, höchst werthvolle Aufschlüsse, sie gaben überaus klare, plastische Bilder, wie die folgenden Mittheilungen zeigen werden.

Wesentlich anders verhielt sich das mit concentrirter Pikrinsäure behandelte Material. Hier war das zwischen den Platten gelegene Bindegewebe sammt den darin befindlichen Nerven und Gefässen sehr brüchig geworden. Daher lösten sich meist schon bei leichter Berührung mit den Zupfnadeln die isolirten Platten und Plattencomplexe von den Stücken ab. Die Plattencomplexe liessen sich unter der Präparirlupe nicht unschwer weiter zerlegen. Natürlich zerbrachen dabei auch viele Platten. Indessen erhielt ich auch hier sehr zahlreiche, ganz intacte Elektroplaxe, in manchen Präparaten gleichzeitig hundert und darüber. Im Ganzen zählen die isolirten Elektroplaxe, welche ich untersuchte, wohl nach Tausenden. Die Plattensubstanz selbst war in diesen Pikrinsäure-Macerationen spröde und brüchig geworden, im Gegensatz zu den Präparaten aus MÜLLER'scher Flüssigkeit, welche mehr weich und nachgiebig erschienen. Auch machten diese Pikrinsäure-Präparate auf mich den Eindruck, dass sie nicht frei von Schrumpfungserscheinungen waren.

Diese Präparate wurden ungefärbt oder mit Eosin tingirt in Wasser oder Glycerin untersucht und in concentrirtem Glycerin eingeschlossen. Eine andere Färbung und Behandlung wollte hier nicht mehr recht gelingen.

Die Elektroplax des Zitterwelses ist eine dünne, scheibenartige oder auch etwas längliche Platte, an welcher eine vordere und hintere Fläche und ein Rand unterschieden werden können.

Die Scheiben sind so gross, dass sie in isolirtem Zustande ganz bequem mit blossem Auge wahrgenommen werden können. In Fig. 1 auf Taf. I sind einige 30 isolirte Elektroplaxe in natürlicher Grösse abgebildet. Die Messungen ergaben, dass der Durchmesser der Platten in den Präparaten aus MÜLLER'scher Lösung zwischen 0,81—1,12 mm schwankte und in der Mehrzahl der Fälle 0,9 und etwas darüber betrug. Die Pikrinsäure-Präparate lieferten geringere Plattendurchmesser, nämlich 0,58—0,9 mm, im Durchschnitt 0,67—0,72 mm. Ob an dieser auffälligen Grössendifferenz allein die bei dem Pikrinsäurematerial eingetretene Schrumpfung die Schuld trägt, oder ob noch andere Factoren mit im Spiele sind, liess sich nicht entscheiden, da nicht mehr festzustellen war, ob die nach den beiden verschiedenen Methoden behandelten Stücke von demselben Thiere und von gleichen Regionen entnommen wurden. Nach M. SCHULTZE (260 p. 308) nimmt die Grösse der Platten mit der Grösse

der Thiere zu. An kleinen Fischen von 6—9 Zoll Länge fand dieser Autor einen Flächendurchmesser der Platte von 0,30—0,45 Pariser Linien, an weit grösseren („ansehnlich grossen") dagegen von 0,6—0,7 Pariser Linien.

Im Verhältniss zu den Elektroplaxen der sämmtlichen anderen elektrischen Fische ist die *Malopterurus*-Platte mithin sehr klein, ja geradezu winzig zu nennen.

Die Mitte der Scheibe ist nun eigenartig modificirt und zu einem centralen Trichterfeld umgeformt, welches einen nach hinten gerichteten Trichterstiel zur Aufnahme der Nervenendigungen trägt. Dieses complicirt gestaltete Trichterfeld muss besonders besprochen werden. Den nach aussen von dem Trichterfeld gelegenen grössten Abschnitt der Platte will ich als ihren peripherischen Theil bezeichnen.

Peripherischer Theil der Platte.

Der peripherische Theil der Platte besitzt in der Nähe des centralen Trichterfeldes seine grösste Dicke, die an senkrecht zu den Oberflächen der Platte ausgeführten Durchschnitten gemessen werden muss. Allerdings ist dabei mit den Reagenswirkungen zu rechnen. Am wenigsten geschrumpft erschien die Plattensubstanz an den mit Kali bichromicum-Formol, mit Kali bichromicum-Sublimat und auch mit Pikrinsäure-Sublimat fixirten Objecten. Die Dicke betrug hier 0,03—0,04 mm. Von der Nachbarschaft des Trichterfeldes aus bewahrt die Platte noch eine grössere Strecke weit in radiärer Richtung dieselbe Dicke, um sich dann allmählich gegen den Rand hin zu verschmälern.

Der Rand selbst besitzt gewöhnlich eine nach vorn gerichtete Verdickung, so dass er wie umgebogen aussieht. Oft ist es auch nur eine Umbiegung, häufig jedoch eine reelle, auch wohl nach hinten ein wenig vorspringende Verdickung. Das zeigen am besten Durchschnitte senkrecht zur Oberfläche der Platte. Vgl. Fig. 37 auf Tafel III. Auch an den isolirten Platten ist die Randaufkrempung stets deutlich. Vgl. z. B. Fig. 16 und 17 auf Tafel I. Sie erscheint in der Flächenansicht als doppelte Contourirung. Schon bei ganz schwacher Vergrösserung ist sie zu sehen (Fig. 2—15 auf Tafel I). Man wird an die Randaufbiegung der schwimmenden Blätter gewisser tropischer Nymphaea-Arten, etwa der *Victoria regia,* erinnert, nur ist sie bei der *Victoria* gleichmässiger und relativ höher. An den Flächenbildern ist auch festzustellen, dass die Aufkrempung resp. Verdickung des Randes hier und da fehlt. An vielen Platten lassen sich kleinere oder grössere Randstellen auffinden, an welchen die doppelte Contourirung vermisst wird und der Rand einfach fein zugeschärft aufhört. Da sich diese Erscheinung nicht allein an den mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Platten, sondern auch in den starren, gehärteten Pikrinsäure-Präparaten vorfand, ist ausgeschlossen, dass sich an diesen Stellen etwa der ursprünglich aufgebogene Rand bei der Präparation zurückgelegt und geglättet haben sollte. Schnitte zeigen das Gleiche.

BILHARZ sagt in seiner Monographie (26, p. 34), dass der Rand der Scheibe ziemlich regelmässig kreisrund erscheint, und bildet in Fig. 3 auf Tafel IV seines Werkes eine isolirte Platte ab, welche von fast abgezirkelt kreisrunder Begrenzung ist. Allerdings fügt er hinzu, dass „da, wo der Hohlraum (d. h. der die Platte einschliessende Fachraum, siehe unten) seine regelmässige Gestalt verliert, wie in der Nähe der Ueberzüge des Organs, auch die Nervenendplatte eine unregelmässige Gestalt annimmt".

Ich habe unter den unzähligen Platten, welche ich in meinen Präparaten isolirt erhielt, niemals eine so völlig kreisrunde angetroffen, wie sie BILHARZ abgebildet hat. Stets war der Rand eingekerbt, so dass Lappen entstanden.

Bisweilen waren die Einkerbungen allerdings nur sehr flach, so dass die Plattenbegrenzung sich der kreisrunden näherte. BILHARZ benutzte für das Studium der Form der Platte, wie es scheint, ausschliesslich Zupfpräparate von ganz frischem Material und hat vielleicht zufällig gerade sehr flach gekerbte Platten erhalten, deren Lappung vielleicht an den fixirten Präparaten in Folge von Reagenswirkung etwas auffälliger hervortritt als an ganz frischen Präparaten. Auch wäre daran zu erinnern, dass BILHARZ seine Untersuchungen an grossen

Zitterwelsexemplaren anstellte, während mein Material von nur etwa 15 cm langen Fischen stammt. Wenn es auch von vornherein nicht sehr wahrscheinlich ist, dass durch das Alter des Thieres Formdifferenzen der Elektroplaxe bedingt werden, so müsste diese Frage doch erst durch die Untersuchung entschieden werden. Jedenfalls waren in meinen Präparaten schwach gelappte Platten selten. Fast immer war am Rande eine Lappung sehr ausgesprochen. Vgl. Fig. 2—17 auf Tafel I.

Die Einschnitte zwischen den Lappen erschienen abgerundet, ebenso wie gewöhnlich die Lappen selbst. Die letzteren hatten meist etwas verschiedene Grösse und waren bisweilen etwas unregelmässig gestaltet. Ihre Zahl betrug 4—9, selten mehr. In Fig. 16 und auch zum Theil in Fig. 17 sind ungewöhnlich reich gelappte Formen dargestellt. Sehr häufig, ich möchte sagen vorherrschend, fanden sich an den Scheiben 6 Lappen, oft von ziemlich gleicher Grösse und durch tiefere Einschnitte von einander getrennt (Fig. 6—8 auf Tafel I). Dadurch, dass die Einschnitte sich verflachten und die Ränder der Lappen mehr geradlinig wurden, konnten bisweilen ziemlich regelmässige Sechsecke entstehen (Fig. 4). Scharf vorspringende Ecken waren jedoch selten (Fig. 11—13), eine Abrundung der Lappen herrschte durchaus vor. Fünflappige Platten waren weniger häufig (Fig. 9), am seltensten vierlappige (Fig. 10). Unregelmässig gelappte (Fig. 11—15) wurden zahlreich gefunden, besonders in den Pikrinsäure-Präparaten. Das Vorhandensein des verdickten Randes bewahrt vor Verwechselungen mit bei der Präparation verletzten Platten.

Sehr wahrscheinlich gehören die unregelmässig gestalteten Formen (vgl. Fig. 11—15) grösstentheils den Randpartien des elektrischen Organs an, da man auch in den Schnittpräparaten sieht, dass die an die beiden Organhüllen anstossenden Platten auf der einen Seite einen mehr geraden, theilweise aufgestülpten Rand erhalten und dadurch unregelmässig werden. Somit würde sich auch erklären, warum ich in den Pikrinsäure-Präparaten mehr unregelmässige Formen erhielt als in den Zupfpräparaten aus MÜLLER'scher Lösung; denn in den letzteren mussten die Organhüllen mit der daran stossenden Organsubstanz entfernt werden, während in den Pikrinsäure-Präparaten die Hüllen leicht zerbröckelten und die Randtheile des Organs voll ausgenutzt werden konnten.

Ueber die Beschaffenheit der beiden Plattenflächen bestehen unter den Autoren Meinungsverschiedenheiten. BILHARZ (26) erwähnt, dass die hintere Fläche der Scheibe vollständig glatt ist, während die vordere zahlreiche Unebenheiten zeigt. Nach M. SCHULTZE (260, p. 308) ist „weder die vordere noch die hintere Fläche der elektrischen Platte ganz glatt und eben, es finden sich vielmehr auf beiden Seiten kugelförmige Erhebungen und Einschnitte zwischen denselben". „Gut gehärtete Platten zeigen auf dem Querschnitte deutlich die wellenförmigen Unebenheiten der beiden Flächen und zwar auf der vorderen viel deutlicher ausgebildet als auf der hinteren. Flächenansichten sind nur an ganz isolirten Platten rein zu gewinnen, und hier sieht man zahlreiche linienförmige, flache Einschnitte, zwischen denen die Substanz der Platte in langgezogenen Hügeln vorspringt." Auch BOLL (30, p. 244) hebt hervor, dass „die (auf dem Querschnitt als Einschnitte erscheinenden) Thäler und Furchen, welche, mit Erhöhungen abwechselnd, die unregelmässig wellenförmige Oberfläche der elektrischen Platte bedingen, stets viel tiefer und ausgesprochener auf der vorderen und viel seichter und schwächer auf der hinteren, von dem Bindegewebszug bedeckten Fläche sind".

Leider bin ich nach den Befunden an meinem Material gezwungen, diese Meinungsverschiedenheit noch zu vermehren.

Meine Schnittpräparate durch gehärtetes Material (vgl. Fig. 37 auf Taf. III) zeigen mir, dass sich sowohl an der Vorder- wie auch an der Hinterfläche der Platte Einsenkungen und Erhebungen vorfinden, die oft an beiden Flächen gleich erscheinen; manchmal, so z. B. an der vorderen Organgrenze, waren sie vorn mehr ausgesprochen als hinten. Meist aber finde ich, dass die Unregelmässigkeiten an der Hinterfläche besonders in der Peripherie der Platte, zahlreicher und stärker sind als an der Vorderfläche. Die Ausprägung dieser Unregelmässigkeiten hängt sehr von den angewandten Reagentien ab, von denen manche eine Runzelung

der Oberfläche zu befördern scheinen. Am wenigsten traten sie an den mit Kali bichromicum und Sublimatlösungen behandelten Präparaten hervor, sodann auch an den mit reinen Formollösungen fixirten, obwohl gerade in den letzteren eine sehr bedeutende Schrumpfung der Plattensubstanz erfolgt war. Am auffälligsten waren die Unebenheiten an den mit der VAN GEHUCHTEN'schen Mischung behandelten Stücken; hier bestanden, und zwar auch wieder besonders an der Hinterfläche, sehr reichliche, tiefe Einkerbungen und wellenförmige Erhebungen. Die Flächenbilder der isolirten Platten waren mit den Schnittpräparaten im Einklang. Die mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Platten besassen in ihrem peripherischen Theil fast immer eine ziemlich glatte Vorderfläche und nur an der Hinterfläche hier und da wulstartige, nicht sehr auffällige Hervorragungen. Ebenso war die Vorderfläche der isolirten Elektroplaxe aus den Pikrinsäure-Macerationen mehr oder weniger eben, nur mit wenigen flachen, hügelartigen Erhebungen oder niedrigen Höckern versehen. Dagegen zeigte gerade in diesen Pikrinsäure-Präparaten die Hinterfläche die Unebenheiten sehr deutlich. Die Figuren 80 und 81 auf Tafel VII geben mehr plastisch gehaltene Flächenbilder aus diesen Präparaten bei etwas stärkerer Vergrösserung wieder. Man sieht, dass die Unregelmässigkeiten verschlungene, wulstartige, durch Einsenkungen von einander getrennte Erhebungen darstellen, welche sehr an die Flächenbilder erinnern, welche ich in den Schnittpräparaten von der Hinterfläche der *Gymnotus*-Platte (19, Fig. 10, Tafel XXXVII) erhielt, nur dass sie bei *Malopterurus* lange nicht so sehr ausgebildet sind wie bei dem Zitteraal; auch fehlen ihm die zottenartigen Fortsätze vollkommen. Bisweilen sah ich (in den Pikrinsäure-Präparaten) in breitere Furchen der Unterseite gröbere Bindegewebsbündel der Fachwand oder auch Nerven eingelagert, wie eingedrückt. Die gleichen verschlungenen Zeichnungen erhielt ich in Flächenschnitten, besonders durch das mit der VAN GEHUCHTEN'schen Mischung behandelte Material.

Centraler Theil der Platte. Trichterfeld, Trichter, Trichterstiel und Endknopf.

Von dieser eigenartigen Bildung verschafft man sich am besten eine Anschauung an optischen Durchschnitten durch die Mitte isolirter Platten, welche sich im Präparat auf die Kante gestellt und in der Mitte umgebogen haben. Noch günstiger für die Untersuchung wird eine derart gelagerte Platte, wenn ihre eine (obere) Hälfte bis in die Nähe der Mitte abgebrochen ist und ihre andere Hälfte sich leicht umgelegt hat. Mir glückte es einige Male, Platten in dieser Situation aufzufinden (Fig. 18 auf Tafel I). Auch Serienschnitte sind sehr wohl geeignet, Klarheit zu verschaffen. Indessen fehlt in dünnen Schnitten die für eine richtige und schnelle Auffassung dieser Gegend so nützliche Plastik.

Fig. 18 auf Tafel I stellt einen optischen Durchschnitt durch den in Frage kommenden centralen Theil einer isolirten, in der angegebenen Weise gelagerten Platte dar (MÜLLER'sche Lösung, Hämatoxylin, Eosin, Canadabalsam). Die Ebene des, um mich so auszudrücken, optischen Anschnittes ist hell gelassen. Alles, was im Präparat unterhalb dieser Ebene bei verschiedenen Einstellungen sichtbar war, wurde plastisch gehalten.

Um zunächst im Allgemeinen zu orientiren, sei Folgendes bemerkt (vgl. Fig. 18).

Die Platte verdünnt sich in der Mitte und wölbt sich nabelartig nach vorn hin vor. Dadurch entsteht in dieser Vorwölbung eine kleine Höhle, die Plattenhöhle (*PH* der Figuren), welche hinten von einem etwas vorspringenden Rande, dem Randwulst der Plattenhöhle (*RW* der Figuren), umgeben wird. In diese Höhle ragt von vorn her eine trichterartige Einstülpung der Plattensubstanz nach hinten hin vor, an welcher ein Trichterraum (*TH*) und eine Trichterwand zu unterscheiden sind. Der Trichterraum endet hinten noch im Bereich der Plattenhöhle (*PH*) blind. An dieses Trichterende schliesst sich unmittelbar der Trichterstiel (*TS*) an, welcher aus der Höhle hervorkommt und sich leicht umbiegt. Der vordere Theil (*VTS*) des Trichterstiels ist verdickt und besitzt eine sehr unregelmässige Oberfläche. Sein hinterer Theil (*HTS*) ist mehr glatt und dünn und endigt mit einer leichten Anschwellung, dem Endknopf (*Ek*).

Von dem Trichterstiel abgesehen, liesse sich die ganze Bildung auch wohl mit einem doppelwandigen Krater vergleichen, an welchem man eine äussere, eine innere Wand, einen Kraterrand oder eine vordere Kraterwand und einen Kraterraum (*TH*) unterscheiden könnte; zwischen der äusseren und der inneren Kraterwand und hinter dem Kraterrand befindet sich die Plattenhöhle (*PH*).

Betrachten wir uns nunmehr diese Dinge im Einzelnen näher!

Wenn man isolirte Platten bei schwacher (Fig. 2—15 der Tafel I) oder mittelstarker Vergrösserung (Fig. 16 und 17 der Tafel I) untersucht, so erkennt man in der Mitte einer jeden Platte je eine kleine Figur, welche mit einem Sternchen etwas Aehnlichkeit hat. Diese Figur entspricht in ihrer ganzen Ausdehnung dem von mir unterschiedenen centralen Trichterfelde und liegt gewöhnlich ziemlich genau in dem Centrum der Platte. Nur an unregelmässig gelappten oder mehr länglichen Platten kann sie etwas aus der Plattenmitte verschoben sein (vgl. z. B. Fig. 14 und 15). Stets habe ich in einer Platte immer nur eine Figur gesehen, niemals mehr.

Dieses Sternchen wird nun in erster Linie von einem äusseren dunklen Ringe gebildet, von welchem verschieden lange und verschieden zahlreiche Strahlen abgehen. Der Ring umschliesst einen hellen Raum, in dessen Mitte ein zweiter kleinerer, gleichfalls dunkler Ring sichtbar ist, dessen Lumen heller erscheint, wenn auch gewöhnlich nicht so hell wie der Raum zwischen den beiden Ringen. Nur zuweilen findet sich in der Höhlung des inneren Ringes ein wirkliches Loch, welches dann aussieht wie ein Nadelstich. Der Durchmesser des äusseren Ringes betrug in den Zupfpräparaten aus MÜLLER'scher Lösung 0,072—0,144 mm; in den Macerationen aus Pikrinsäure war er etwas geringer, 0,063—0,09 mm (vgl. oben S. 18). Die Begrenzung des Sternchens ist oft nicht kreisrund, sondern häufig etwas in die Länge gezogen (vgl. z. B. Fig. 16 auf Taf. I).

Die Erklärung dieses Flächenbildes erhalten wir sogleich, wenn wir einen Blick auf unseren optischen Durchschnitt in Fig. 18 auf Taf. I werfen. Der äussere dunkle Ring wird bedingt durch die nach vorn sich erhebende, die Plattenhöhle (*PH*) aussen umgebende äussere Kraterwand im Verein mit dem Randwulst (*RW*), welcher die hintere Höhlenöffnung einengt. Die Lichtstrahlen, welche in der Richtung der Linie $AL-AL_1$ durch das Präparat gehen, haben eine dickere Schicht zu durchdringen als die Strahlen in der Nachbarschaft, folglich entsteht im Flächenbilde der dunkle äussere Ring. Die gleiche Entstehung hat der innere, dunkle, centralwärts nicht so deutlich begrenzte Ring, da die Lichtstrahlen in der Richtung der Linie $JL-JL_1$ die dickere Schicht der Trichterwandung (innere Kraterwand) passiren müssen. Zwischen den Linien $AL-AL_1$ und $JL-JL_1$ befindet sich im Kraterrande die verdünnte Plattensubstanz, daher die hellere Zone zwischen den beiden Ringen.

Aeusserst instructiv für die Erkennung der feineren Reliefverhältnisse der Trichtergegend wird die Untersuchung der Flächenbilder mit starken Systemen. Besonders die mit MÜLLER'scher Lösung behandelten, mit Hämatoxylin und Eosin gefärbten und in Canadabalsam eingeschlossenen Präparate gaben sehr klare, plastische, wunderhübsche Bilder. Alle Figuren der Tafel II, mit Ausnahme der Fig. 22, sind nach solchen Präparaten dargestellt. Fig. 22, ebenso wie Fig. 19 der Tafel I, stammen aus mit Anilinfarben tingirten und in Wasser untersuchten Präparaten (gleichfalls Material aus MÜLLER'scher Lösung). Die sämmtlichen Figuren der Tafel II wurden nach der Zeiß'schen apochromatischen homogenen Immersion 3,0 mm, Apert. 1,40, Compensations-Ocular No. 6 gezeichnet, Fig. 20—22 im Verhältniss nur um ein ganz Geringes kleiner als die übrigen. Weniger für diese Untersuchung eigneten sich die Pikrinsäure-Macerationen, da hier u. a. das noch erhaltene Bindegewebe störte; immerhin liessen aber auch diese Präparate alles Wesentliche gut erkennen.

Stellt man eine völlig isolirte, horizontal ausgebreitete, mit der vorderen Fläche nach oben gewandte Platte ganz oberflächlich ein, so erhält man ein Bild, wie in Fig. 20. Nähert man den Focus ganz allmählich der Vorderfläche des Trichterfeldes, so tauchen zuerst die vorragenden Spitzen von eigenthümlichen Fortsätzen im Gesichtsfelde auf. Diese Fortsätze sind kleinere oder grössere papillen- oder auch zapfenartige Vorsprünge

und breitere, buckelartige Protuberanzen mit abgerundeten Kuppen, welche der vorderen Kraterwand und dem vorderen Theil der inneren Trichterwand aufsitzen und nach vorn vorragen. Manche sind klein und so abgerundet, dass sie wie kleine Halbkugeln oder Perlen aussehen, andere sind im Gegensatz dazu wieder breit, buckelförmig, oft auch etwas unregelmässig. Diese Papillen und Protuberanzen sind auch in den plastisch gezeichneten optischen Längsschnitten durch den Trichter zu sehen in Fig. 18 auf Taf. I und Fig. 45 auf Taf. V; vgl. auch das Flächenbild Fig. 44 auf Taf. V.

Stellt man das Trichterfeld ein wenig tiefer ein, so tauchen noch mehrere von diesen Protuberanzen auf, während die zuerst erschienenen sich verbreitern, bis ihre Ursprungsstellen an der vorderen Plattenfläche erreicht sind. Man erhält dann ein Bild, wie in Fig. 21, welche Figur aber von einer anderen Platte, als Fig. 20, entnommen wurde.

Die Zahl der Protuberanzen ist nicht gering. Selten waren es weniger als 12, meist über 20. Ich zählte oft bis 25 und 30, ja man kann bisweilen noch mehr feststellen, besonders wenn man jeden bei oberflächlicher Einstellung in die Erscheinung tretenden Wulst mitzählen will.

Die geschilderten Erhebungen haben bei dieser Einstellung eine kreisförmige Anordnung angenommen, da sie von der ringförmigen Vorderfläche der Kraterwand getragen werden, während die Trichteröffnung als helle Stelle frei bleibt und von den benachbarten abgerundeten Protuberanzen begrenzt wird. Der Boden und der hinterste Abschnitt der Seitenwand des Trichters führen keine Papillen. Als tiefste Protuberanz sah ich nicht selten aus dem Trichter eine kleine, halbkugelige Erhabenheit hervorlugen (Fig. 21 und 22). Zwischen den Vorsprüngen finden sich oft rinnenartige Vertiefungen, welche in das Trichterlumen überführen. Kurz und gut, die ganze Vorderfläche der nabelartigen Plattenmitte zeigt in der Umgebung der Trichteröffnung ein sehr eigenartiges, unregelmässiges, wie geperltes Aussehen (Fig. 20—22; vgl. auch Fig. 44 auf Taf. V).

Von dem Ringwall gehen nun an der Vorderfläche der Platte radiär nach aussen leistenartige Erhebungen ab, welche uns bei der obigen Untersuchung der Flächenbilder unter schwacher Vergrösserung als Sternstrahlen erschienen waren. Vgl. Fig. 2—17 der Tafel I. Bei ihrem Ursprung am Ringwall haben diese Radiärleisten die gleiche oder ziemlich die gleiche Höhe wie der erstere, von der Plattenvorderfläche an gerechnet. Alsbald flachen sie sich aber ab und verlaufen sich an der Vorderfläche der Platte. Siehe Fig. 19 auf Tafel I und Fig. 20—22 auf Tafel II; vgl. auch Fig. 18 auf Tafel I, in welcher Figur man rechts auf eine Radiärleiste (*RL*) blickt. Ihre Länge ist verschieden, ebenso wie ihre Breite. Vgl. auch Fig. 20—27, 29. Manche sind ganz klein, niedrig und schmal und hören bald auf, andere sind breit und massig. Bisweilen fliessen zwei oder mehrere zu einem breiten Strahl zusammen (Fig. 20). Auch die Zahl der Leisten variirt, meistens konnten 6—9, selten einige wenige mehr, gezählt werden. Vgl. Fig. 19 auf Tafel I, Fig. 20—27, 29 auf Tafel II, Fig. 44 auf Tafel V. Ihre Vorderfläche ist dort, wo sie am Ringwall entspringen, bisweilen mit Protuberanzen versehen. Häufig sind in ihr auch verschieden tiefe Rinnen eingegraben, welche centralwärts verlaufen. Zwischen den Radiärleisten finden sich gleichfalls nicht selten Rinnen und Furchen, welche zwischen den Protuberanzen zur Trichteröffnung durchführen. Der Ringwall besitzt also gewöhnlich nicht in der ganzen Peripherie die gleiche Höhe. Die Begrenzung des Ringwalles, ebenso wie die der Leisten, ist meist abgerundet und ausgebuchtet, bisweilen buckelartig sich vorwölbend. Die Enden der Leisten theilen sich bisweilen, bevor sie ganz aufhören. Fig. 19 auf Tafel I, welche Figur mehr flächenhaft gehalten wurde, zeigt eine Theilung. In dieser Figur sieht man auch, dass die Stellen zwischen den centralen Enden der Leisten am Kraterrand und nach aussen davon etwas heller erscheinen als die Umgebung, weil hier die Plattensubstanz ein wenig dünner ist. Es macht fast den Eindruck, als wäre hier Plattensubstanz zum Aufbau der Radiärleisten aufgebraucht. In den übrigen Figuren der Tafel I ist diese Erscheinung nicht wiedergegeben, obwohl sie auch schon bei schwächerer Vergrösserung an den Platten zu erkennen ist. Die radiären Leisten stehen in keiner Beziehung zu der Lappung der Scheibe.

Setzt man die Einstellung des Flächenbildes nach der Tiefe hin fort (Fig. 23, aber wieder von einer anderen Platte, als die vorhergehenden Figuren), so verschwinden alsbald die Protuberanzen, der Focus durchwandert die vordere dünne Kraterwand und gelangt an deren Unterfläche (richtiger Hinterfläche), während das Lumen des Trichterraumes scharf begrenzt hervortritt. Man erkennt nun bei genauer Einstellung leicht, wenn man die Unterfläche (richtiger Hinterfläche) der Kraterwand untersucht, dass diese Fläche sehr uneben ist und verschlungene, mehr oder weniger nach unten (richtiger hinten) vorspringende, abgerundete Leistenzüge besitzt. Diese unregelmässigen Leisten erheben sich hier und da aus der Hinterfläche, fliessen dann und wann zusammen und gehen in ähnliche Vorsprünge über, welche sich an der Innenwand der Plattenhöhle und vor allem an der Aussenfläche der Trichterwand vorfinden. Vgl. auch Fig. 18 auf Tafel I. Fig. 23 auf Tafel II zeigt die Hinterfläche der vorderen Kraterwand und giebt eine Anschauung von ihren Leisten und Vorsprüngen. Dieses Bild bringt aber nicht eine einzige optische Ebene zur Darstellung; da die vordere Kraterwand gebogen ist, konnte es nur durch mehrfachen Wechsel der Einstellung gewonnen werden. Auch vermischt sich bei der Dünnheit der vorderen Kraterwand während der Einstellung leicht das Bild der Vorderfläche mit dem der Hinterfläche, und ist ein ausgiebiger Gebrauch der Mikrometerschraube erforderlich, um beide auseinanderzuhalten.

Bewegt man den Focus im Präparat noch weiter nach unten, so verschwindet die vordere Kraterwand ganz; wir gelangen in die an ihrer Hinterfläche gelegene Plattenhöhle, *PH* der Figuren 24—32; vgl. auch *PH* in Fig. 18 der Tafel I. Jetzt ist auch das Bild des Doppelringes da, welches, wie wir gesehen haben, bei schwacher Vergrösserung zuerst auffällt; schon in der vorigen Fig. 23 war es angedeutet. Nach aussen liegt der durch die äussere Kraterwand bedingte dunkle Ring mit den davon abgehenden Radiärleisten. *KW* der Figuren 24—27 und 29 der Tafel II. Da dieser Wall mit seinen Leisten, wie Fig. 18 auf Tafel I gezeigt hat, nach oben (richtiger vorn) meist nicht unerheblich vorragt, bleiben Wall und Leisten in optischen Flächenschnitten bei weiterer Abwärtsbewegung des Focus noch einige Zeit scharf begrenzt, um zu verschwimmen, wenn das vordere Niveau der Platte erreicht ist. Die innere Begrenzung des Walles ist in den optischen Flächenschnitten uneben und zeigt zahlreiche abgerundete Erhebungen, die Durchschnitte durch die oben erwähnten leistenartigen Vorsprünge. Vgl. auch Fig. 18 auf Tafel I.

Wie die Reihe der auf einander folgenden optischen Flächenschnitte zeigt, ist die Plattenhöhle (*PH*) hinter der vorderen Kraterwand am geräumigsten und besitzt eine rundliche oder länglich-viereckige oder auch unregelmässige Form. Nach unten (richtiger hinten) hin verengt sie sich gewöhnlich (Fig. 28, 30—32), weil hier die hintere Plattenfläche mit ihrem Randwulst (*RW* der Figuren) vorspringt. Vgl. auch Fig. 18 der Tafel I. Fig. 28 und 30—32 entsprechen so ziemlich der optischen Ebene, welche durch die hintere Oeffnung der Plattenhöhle (*PH*) geht. Der äussere Ring und die Radiärleisten sind optisch so gut wie verschwunden; man sieht nur den Randwulst (*RW*), welcher im Flächenbilde meist eingekerbt und unregelmässig gelappt erscheint. Die Einkerbungen setzen sich nicht selten in Furchen fort (Fig. 28 und 32), welche an der Unterfläche der Platte eine Strecke weit hinziehen, so dass eine förmliche Zerklüftung des Randes eintreten kann.

Im Inneren der Plattenhöhle (*PH*) sieht man nun in ihrem oberen (richtiger vorderen) Bereich den optischen Querschnitt des Trichters. Vgl. Fig. 24—27, 29 der Tafel II. Die Aussenfläche der Trichterwandung ist sehr uneben, zeigt oft weit vorragende Leisten und Vorsprünge. Vgl. auch Fig. 18 auf Tafel I. Die glatte Innenfläche begrenzt den Trichterraum. Der letztere ist im oberen (richtiger vorderen) Theil durch die Protuberanzen und Papillen eingeengt (vgl. Fig. 21 und 23) und besitzt hier eine unregelmässig rundliche oder längliche Form. Nach unten (richtiger hinten) hin, wo Papillen fehlen, verengt er sich und erhält hier einen oft drei- bis vier- oder auch vieleckigen Querschnitt, welcher dadurch bedingt wird, dass sich die ihn begrenzenden Seiten etwas vorwölben. Wenn man damit die Bilder vergleicht, welche optische Längsschnitte durch den Trichter geben (Fig. 18 auf Tafel I, Fig. 42 auf Tafel IV, Fig. 45 auf Tafel V), so wird der Trichterraum etwa

mit dem Hohlraum zu vergleichen sein, den ein stark verbeulter Fingerhut umschliesst. Dieser Hohlraum variirt in seiner Grösse nur wenig. Nur in seltenen Fällen ist er ganz klein, so dass die innere Trichtergegend sich gewissermaassen nach vorn hin ausgestülpt hat und die nabelartige Erhebung noch mehr hervortritt. Vgl. Fig. 22, welches Flächenbild mehr plastisch gehalten wurde. Jedenfalls reicht der Trichterraum nicht weit nach hinten und hört schon im Bereich der Plattenhöhle auf. Sehr selten wird er wohl noch in der hinteren Oeffnung der Plattenhöhle angetroffen. Vgl. Fig. 18 der Tafel I.

Nach hinten hin endigt der Trichterraum stets blind, wovon ich mich durch Untersuchung sehr zahlreicher Platten überzeugt habe. Allerdings wird der Grund des Trichters nur durch eine dünne Platte gebildet und sieht gewöhnlich gegen eine tiefe Nische des Trichterstiels.

Die Leisten der Aussenfläche der Trichterwand setzen sich nämlich direct auf den Trichterstiel fort und werden dabei meist auch höher, mehr kammartig. Indessen gilt das nicht für alle. Eine breite Leiste hört häufig am unteren (richtiger hinteren) Ende des Trichters auf und liefert dabei unter Verdünnung den Boden des Trichterraumes. Die Figuren 26 und 31, Tafel II, mögen dies veranschaulichen. In Fig. 26 ist bei oberer Einstellung im Flächenbilde gerade der tiefste Theil des Trichtergrundes sichtbar. Die Platte lag hier im Präparat, umgekehrt, wie bisher geschildert, mit der Hinterseite nach oben. Die Wandung des Trichtergrundes befand sich dicht unter der eingestellten Ebene, ebenso der eine (in der Zeichnung nach oben gelegene) Theil der Trichterwand, welche beide daher nicht scharf sichtbar waren. Dieser letztere, ebenso wie der Trichtergrund, verschwanden nun, wenn man etwas höher den Anfang des Trichterstiels im Präparat einstellte, wie es Fig. 31 zeigt. Die in der Zeichnung nach oben gerichtete Einbuchtung des Querschnittes entspricht hier der Gegend, in welcher sich etwas tiefer im Präparat (Fig. 26) der Trichtergrund befindet, gegen diese Nische sieht der Trichtergrund, ohne damit zu communiciren. Der Trichterstiel setzt mithin gewissermaassen nur einen Theil der Trichterwand nach hinten hin fort.

Ganz ähnliche Verhältnisse lassen die optischen Querschnitte in Fig. 27 und 29 erkennen, wenn man sie mit den dazu gehörigen, dicht darunter (richtiger dahinter) gelegenen Querschnitten in Fig. 28 und 30 vergleicht. Die Platten lagen hier im Präparat mit ihrer Vorderseite nach oben. In Fig. 29 sieht man den untersten Theil des Trichtergrundes, welcher hier die Form eines dreieckigen Spaltes besitzt und von drei dünnwandigen Seiten umgeben wird. Die Ecken dieser Seiten springen zum Theil leistenartig vor; auch die Aussenfläche der Seiten lässt die Querschnitte ungleich hoher, unregelmässiger Leistchen und Vorsprünge erkennen. In Fig. 30, einem etwas mehr nach unten (richtiger hinten) gelegenen optischen Querschnitte desselben Präparates, ist die obere Seite des Dreiecks mit dem Trichtergrunde gewissermaassen herausgebrochen, so dass der Anfang des Trichterstiels nur von der Fortsetzung zweier Seiten des Trichters, der linken und unteren, gebildet wird und die Form einer tiefen, winkligen Rinne erhält; diese Rinne wird im Präparat nach oben (richtiger vorn) von dem dünnen Boden des Trichterraumes abgeschlossen. Wenn man daher bei der Untersuchung nicht sorgfältig Ebene für Ebene einstellt, könnte es leicht scheinen, als ob der Trichter sich gegen diese Nische hin öffne und eine Durchbohrung bestände, um so mehr, als die Oberfläche der Wandungen sehr unregelmässig gestaltet ist und die Verhältnisse hier sehr variiren.

Auch in Fig. 27, dem mehr nach oben (richtiger vorn) gelegenen optischen Flächenschnitt einer anderen Platte, ist noch das vierseitige Lumen der Trichterhöhle zu sehen, welches bei der tieferen Einstellung der Fig. 28 verschwunden ist. Die ganze rechte Seite der Trichterwand der Fig. 27 wird vermisst, während ihre linke Eckleiste höher geworden ist. Dadurch erhält der Anfang des Trichterstiels in diesem Falle auf dem Querschnitt ein dreistrahliges Aussehen.

In dieser Weise habe ich den hinteren Abschluss des Trichters sehr oft sich vollziehen sehen. Häufig

gehen aber auch alle Seiten der Trichterwand continuirlich auf den Trichterstiel über, so dass der hinterste Punkt des Trichterraumes mehr der Mitte des soliden Trichterstiels entsprechen würde.

Aus dem Gesagten folgt, dass sich hinter dem Trichterende ein schwächerer, dünnerer Theil des Stielfortsatzes befindet, der dadurch zum Abbrechen prädisponirt ist. Dazu kommt, dass sich an dieser Stelle auch die bindegewebige Hülle, welche den Stiel umgiebt und, wie wir sehen werden, bis hierher begleitet, lockert. So erklärt es sich, dass gerade an dieser Stelle der Stiel bei dem Zerzupfen leicht durchbricht. Bei weitem die meisten Platten in den mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Zupfpräparaten waren an dieser Stelle ihres Stieles beraubt. Fig. 2—4, 7, 9, 10, 12, 14 und 16 auf Tafel I. Vgl. auch Fig. 46—48 auf Tafel V, in welchen sämmtliche Platten dicht hinter dem Trichter von ihren Stielen (*TS*) abgetrennt waren, während die letzteren noch im Zusammenhang mit ihren Nerven (*EN*) geblieben sind. Nur hier und da kommt es vor, dass der abbrechende Stiel auch das hinterste Ende der Trichterwand selbst mitnimmt. Alsdann zeigen die isolirten Platten bei der Flächenansicht, wie oben schon erwähnt, ein wirkliches, die Platte durchsetzendes Loch, welches aber Kunstproduct ist. Je nachdem mehr oder weniger von der Trichterwand abgebrochen ist, erscheint das Loch grösser oder kleiner. Schon BILHARZ (26) hat in seiner Abbildung einer isolirten Platte eine derartige künstliche Perforation gezeichnet.

Gehen wir nunmehr zur Untersuchung des Trichterstiels über. Seinen Anfang verlege ich dorthin, wo das Trichterlumen aufhört. Wie oben schon angedeutet, kann man an ihm einen vorderen, dickeren und hinteren, dünneren Theil unterscheiden. Zwischen beiden Theilen findet ein ganz allmählicher Uebergang statt. Vgl. Fig. 18 auf Tafel I. Die Länge des ganzen Stiels beträgt 0,20—0,29 mm (an Präparaten aus MÜLLER'scher Lösung gemessen). Der Stiel erreicht daher mit seinem Endknopf bei weitem nicht den Rand der Platte, sondern hört in ziemlicher Entfernung davon auf. Sein Ende liegt gewöhnlich in der Nähe der Mitte des Plattenradius. Vgl. Fig. 17 auf Tafel I; Fig. 44 auf Tafel V. Beide Abtheilungen des Stiels sind ziemlich gleich lang.

Die Oberfläche des vorderen Stielabschnittes wird durch die schon erwähnten flügelartigen Leisten sehr unregelmässig. Die Leisten besitzen verschiedene Höhe und Länge und sind höckerig, mit kleinen Vorsprüngen mehr oder weniger besetzt. Fig. 18 auf Tafel I, Fig. 45 auf Tafel V. Zwischen den flügelartigen Leisten liegen tiefe Rinnen. Hier und da können sich die Rinnen nach oben hin eine kleine Strecke weit blindsackartig zwischen zwei Leisten vorschieben. Ein eigentlicher Hohlraum, ein Lumen besteht aber in der ganzen Ausdehnung des Trichterstiels nicht, derselbe ist vollkommen solide.

In Fig. 18 auf Tafel I und Fig. 45 auf Tafel V ist eine der Leisten durch eine optische (in der Zeichnung hell gehaltene) Längsschnittebene angeschnitten, während man auf die unebene Oberfläche zweier anderer Leisten blickt.

Am besten informiren über das Relief dieses Stieltheiles Querschnitte, wie sie in den Figuren 28 und 30—34 von verschiedenen Platten abgebildet sind. Fig. 28, 30, 31 und 32 stellen optische Querschnitte durch den vordersten, noch im Bereiche der Oeffnung der Plattenhöhle (*PH*) befindlichen Theil dar. In den Figuren 33 und 34 war der Plattenstiel schon aus der Plattenhöhle herausgetreten.

Man sieht, dass der vordere Stielabschnitt von 2—4, selten mehr zusammenstossenden Leisten mit unregelmässiger Oberfläche gebildet wird, welche flügel- oder kammartig vorspringen und zwischen sich tiefe Furchen entstehen lassen. Vgl. auch Fig. 43 auf Tafel IV, welche einen Querschnitt durch den vorderen Abschnitt des Trichterstiels bei starker Vergrösserung darstellt. Eine so ausgesprochene rinnenförmige Gestalt, wie in Fig. 30, kommt nur selten zur Beobachtung.

Nach hinten hin gegen den hinteren Stieltheil verflachen sich die Leisten und Furchen, um an der Grenze ganz aufzuhören. Sie können auch schon früher aufhören, um durch kleinere secundäre, bisweilen confluirende Leistchen und Rinnen, die nicht selten neben den primären sich vorfinden, ersetzt zu werden. Vgl. Fig. 18 auf Tafel I.

Der hintere Theil des Trichterstiels ist dünn, mehr glatt und frei von grösseren Leisten und Vertiefungen. Bei stärkerer Vergrösserung erkennt man aber auch an seiner Oberfläche zahlreiche Unebenheiten und kleinere Vertiefungen, welche meist durch angelagerte Zellen (siehe unten) bedingt werden. In seinem vorderen Abschnitt an der Grenze gegen den vorderen Stieltheil ist er oft ein wenig abgeplattet, im hinteren Abschnitt wohl meist ziemlich drehrund, wie Schnittpräparate lehren.

Das hintere Ende des Trichterstiels ist regelmässig zu einer kleinen Endanschwellung verdickt, welche ich als Endknopf (*EK* der Figuren) bezeichnen will. Vgl. Fig. 18 auf Tafel I, Fig. 50—52 auf Tafel V, Fig. 74—79 auf Tafel VII. Nur selten kommt es vor, dass die Abgrenzung von dem übrigen Trichterstiel nicht deutlich hervortritt. Alsdann erscheint das hintere Ende des Trichterstiels ein wenig breiter und abgestumpft. Fig. 53 auf Tafel V, Fig. 74 auf Tafel VII. Gewöhnlich aber ist ein Endknopf deutlich abgegrenzt und zeigt dann Formen, wie sie in Fig. 75—79 der Tafel VII abgebildet sind. Man sieht hier eine deutliche knopfförmige oder auch füsschenartige Endverdickung. Dass sich der Endknopf so abgeschnürt von dem Trichterstiel absetzt, wie in Fig. 78, ist allerdings recht selten.

Auch die Oberfläche dieses Endknopfes ist nicht ganz glatt, sondern in Folge von Zelleindrücken (siehe unten) etwas uneben. Besonders aber sind es seine Hinterfläche und zum Theil auch seine Seitenflächen, welche kleine, rinnenartige Eindrücke besitzen, die in der Profilansicht als rundliche, tiefe Einkerbungen erscheinen. Fig. 18 auf Tafel I. Diese Einkerbungen und Vertiefungen werden durch die Nervenendigungen verursacht, welche in ihnen fest sitzen. Es sei hier schon bemerkt, dass sich die Nervenendigungen (siehe diese unten) niemals aus den Rillen ablösen. Auch ist es mir nicht gelungen, den hintersten Abschnitt des Trichterstiels ganz zu isoliren, weil ihm eine derbere Bindegewebsschicht, die Fortsetzung der Nervenscheiden, dicht und fest anliegt. Vgl. z. B. Fig. 50—54 der Tafel V. Wohl aber konnte ich in meinen gefärbten Zupfpräparaten aus MÜLLER'scher Lösung die Stielsubstanz optisch sehr deutlich von ihrer Umgebung abgrenzen. In dieser Weise ist die Fig. 18 der Tafel I hergestellt, bei welcher ich die Nervenendigungen weggelassen habe, um nur Plattensubstanz zu zeigen, ebenso die Fig. 74—79 der Tafel VII, an welchen die Nervenendigungen noch erhalten sind. Der mittlere und vordere Theil des Stiels lassen sich schon leichter von dem Bindegewebe befreien, wenn auch so weitgehende Isolirungen, wie in Fig. 18 auf Tafel I und Fig. 45 auf Tafel V, nicht so häufig gelangen. Hierzu eigneten sich nur die in MÜLLER'scher Lösung macerirten Präparate.

Die Umbiegung des Trichterstiels beginnt entweder schon innerhalb der Plattenhöhle oder unmittelbar nach seinem Austritt aus derselben. Sie gleicht der leichten Biegung eines Füllhorns oder wohl besser noch einer kurzen Thonpfeife. Fig. 18 auf Tafel I, Fig. 44 auf Tafel V. Durch diese abgerundete Biegung wird der Trichterstiel umgelegt und erhält eine den Plattenflächen ziemlich parallele Verlaufsrichtung. In den Zupfpräparaten conservirt sich diese Biegung meist, oft sogar noch, wenn die Platten abgerissen sind und nur noch die soliden Trichterstiele an den Nerven sitzen. Fig. 46—48 der Tafel V. Oft aber ist die Biegung in diesen Präparaten nicht mehr nachweisbar, so dass die Stiele mehr gerade gestreckt erscheinen und schräg aus der Höhlenöffnung hervorkommen, weil bei dem Zerzupfen eine Zerrung der Plattenstiele eingetreten ist. —

Die papillären Vorsprünge am Kraterrande, die Radiärleisten der Vorderfläche, die Leistenzüge an der Hinterfläche, der Aussenwand des Trichters und am Trichterstiel — alle diese Dinge variiren nach Zahl, Grösse und Form sehr. Dazu kommt, dass auch die Form, Grösse und Höhe der ganzen nabelartigen Erhebung durchaus nicht immer dieselben sind. Dadurch wird das Aussehen des centralen Trichterfeldes an den Platten ein sehr verschiedenes, wenn auch der allgemeine Typus stets gewahrt bleibt. Vgl. die Figuren der Tafel I und II, Fig. 44 auf Tafel V. Besonders gilt das auch für die Schnittpräparate von fixirtem und gehärtetem Material. In diesen kommt noch hinzu, dass in Folge von Schrumpfungen und gegenseitigem Druck auch die Stellung, Form und

Höhe der nabelartigen Erhebung oft modificirt werden. Dieser Hügel ist daher in dem Schnittmaterial oft abgeflacht, auch die Höhle zeigt sich in ihrer Form häufig verändert. Besonders gilt das für solches Material, in welchem die Gallertsubstanz stark geschrumpft war, z. B. für die Pikrinsäure-Sublimat-Präparate. Fig. 42 auf Tafel IV zeigt einen derartigen Durchschnitt durch die Mitte eines Trichterfeldes. *V* ist die Vorder-, *H* die Hinterfläche der Platte, *PH* die Plattenhöhle, *RW* der Randwulst. Die Nabelerhebung ist abgeflacht, die Form des Gebildes ohne Frage verzerrt, während die Plattensubstanz selbst weniger Anzeichen von Schrumpfung zeigt.

Je nach der Richtung, in welcher die Trichterfelder getroffen werden, zeigen die Schnitte sehr mannigfache Bilder. Fällt z. B. der Schnitt durch den peripherischen Theil der Plattenhöhle, etwa in der Richtung der Linie $AL—AL_1$ der Fig. 18 auf Tafel I, so erhält man in der Plattensubstanz nur einen grösseren Hohlraum, die Plattenhöhle. Sehr complicirt sehen auch Schrägschnitte durch das Trichterfeld aus. Immer aber wird es leicht sein, sich auf Grund der obigen Schilderung an diesen Schnittpräparaten zurecht zu finden. Vgl. z. B. Fig. 35 und Fig. 37 auf Tafel III. Bevor ich selbst die Zupfpräparate und Macerationen studirte, hatte ich die Schnittpräparate schon eingehend untersucht und den Entschluss gefasst, um völlige Klarheit über die Form der Platten zu erhalten, dieselben nach Serienschnitten zu reconstruiren, ein Vorhaben, welches durch die gelungenen Isolirungen der Platten überflüssig wurde. Aus demselben Grunde habe ich auch darauf verzichtet, noch weitere Abbildungen aus Schnittpräparaten durch die Trichtergegend zu geben. Hier sei nur noch hervorgehoben, dass mir alle Schnittpräparate durchaus die Bestätigung meiner oben vom Bau dieser Gegend gegebenen, von den Zupfpräparaten entnommenen Schilderung brachten.

B. Die Structur der Platte.

Die ganze Platte sammt ihrem Stiel wird zunächst umhüllt von einer dünnen, anscheinend structurlosen Haut, welche sich im Wesentlichen ebenso verhält, wie ich es für die Elektroplaxe vom Nagelrochen und Zitteraal beschrieben habe. Ich will sie daher auch bei dem Zitterwels als Elektrolemm bezeichnen.

Dieses Elektrolemm erscheint sowohl in optischen Durchschnitten, wie in feinen Schnitten als sehr deutliche, scharf abgegrenzte, dunkle, stark lichtbrechende Linie, welche der Randbegrenzung der Platte überall folgt. Siehe *VE* Elektrolemm der Vorderseite, *HE* Elektrolemm der Hinterseite der Platte in den Fig. 38 und 39 der Tafel III und Fig. 41 und 42 der Tafel IV; auch bei *E* am Rande einer Platte in Fig. 89 der Tafel VII. Diese Randlinie erstreckt sich daher auch in den Trichterraum (Fig. 42), senkt sich in die Spalten der beiden Plattenflächen, ebenso in die Plattenhöhle ein und überzieht die ganze unregelmässige Oberfläche des Trichterstiels. Fig. 42 und 43 auf Tafel IV. Auch dem Endknopfe fehlt sie nicht, macht hier aber einen sehr zarten Eindruck. Am dicksten erscheint sie an den beiden Plattenflächen.

Das Elektrolemm lässt sich auch färben, z. B. mit Anilinfarben und mit Eisenhämatoxylin. Besonders deutlich wird es in Flächen- oder Schrägschnitten durch die Platte nach Tinction mit Anilinfarben, z. B. Gentianaviolett, und bei Untersuchung in Wasser oder Glycerin, wie Fig. 40 auf Tafel IV zeigt. Man hat hier in einem Schrägschnitt durch die Elektroplax an beiden Seiten des Schnittes, entsprechend der vorderen (*V*) und hinteren (*H*) Plattenfläche, die Flächenansicht der gefärbten Membran (*VEP* und *HEP*), deren Schnittrand bei *SR* gegen die helle Plattensubstanz scharf absticht. Besonders kommt sie zur Geltung, wenn kleine inselförmige Stücke von ihr abgetrennt sind, wie es bei der unregelmässigen Beschaffenheit der Plattenoberfläche in den Flächen- und Schrägschnitten häufig ist; die gefärbten Membranstücke heben sich dann sehr deutlich von der Umgebung ab. In Fig. 40 ist das an einer Stelle in der Nähe des linken Schnittrandes des Elektrolemms der Fall. An diesen Stellen, an welchen die Membran der Fläche nach getroffen ist, vermisst man natürlich die dunkle Randlinie, die aber im Anschluss an den Schnittrand überall dort auftritt, wo die Membran senkrecht oder doch

nahezu senkrecht zu ihrer Oberfläche durchschnitten ist. Siehe in Fig. 40 bei *VE* und *HE*. Bei Besprechung der Punktirung komme ich hierauf noch einmal zurück.

Dass die Membran sich an Rissstellen eine kurze Strecke von der Plattensubstanz ablöst, kommt wohl kaum vor, deutlich habe ich es wenigstens nicht gesehen. Blasenartige Abhebungen vollends, welche bei *Raja* so häufig eintreten, habe ich bei dem Zitterwels ebensowenig, wie seiner Zeit bei *Gymnotus*, beobachtet. Stets war die Membran in innigem Contact mit der Plattensubstanz geblieben und erschien fest mit derselben verbunden.

Dem Elektrolemm liegen äusserlich eigenthümliche Zellen (Tafel VII) dicht an, über welche unten in dem Capitel über die Bindesubstanz des elektrischen Organs gehandelt werden soll. In der Membran selbst oder auch an ihrer Innenfläche kommen niemals Kerne zur Beobachtung.

An der von dem Elektrolemm umschlossenen Plattensubstanz lassen sich nun verschiedene Bestandtheile unterscheiden. Sie setzt sich zusammen aus

1) den Stäbchen;
2) dem Netzgerüst mit der in seinen Maschenräumen befindlichen Substanz;
3) den Plattenkernen;
4) eigenthümlichen, meist von der Kerngegend ausgehenden, gekörnten Fäden;
5) Körnereinlagen.

Bei der Untersuchung dieser Bestandtheile musste in erster Linie meine Aufgabe sein, festzustellen, wie die von G. Mann angewandten Fixirungsmittel auf die Plattensubstanz eingewirkt hatten. Denn es stellte sich nach Anfertigung feiner Schnitte sofort heraus, dass die einzelnen Reagentien in verschiedener Weise die Organstücke conservirt hatten.

In den mit reiner Formollösung (Liste No. 2 und 3) fixirten Stücken erschien die Gallert- und Bindesubstanz in breiter Schicht, während die Elektroplaxe sehr schmal waren und ganz unzweifelhafte Anzeichen weitgehender Schrumpfung erkennen liessen. Umgekehrt zeigten die mit Pikrinsäure-Sublimat behandelten Objecte (Liste No. 1) eine sehr schmale, durch Wasserentziehung stark geschrumpfte Gallertsubstanz, während die Platten selbst breit geblieben waren und den Eindruck einer guten Fixirung machten; allerdings waren hier und da in den Platten auch leichte Schrumpfungserscheinungen zu constatiren. Ein Vergleich der Fig. 35 und 36 auf Tafel III (schwache Vergrösserung) erläutert diese auffälligen Unterschiede am besten. In Fig. 35, dem Formol-Schnitt, sind die Platten zum grössten Theil ganz dünn und werden durch breite, helle Räume von einander getrennt. Vgl. auch Fig. 41 auf Tafel IV bei starker Vergrösserung. In Fig. 36 dagegen (Pikrinsäure-Sublimat) sind die Platten breit und liegen dicht an einander; die Gallertsubstanz ist durch Schrumpfung sehr reducirt.

In der Mitte zwischen beiden Extremen standen die Präparate, welche mit einem Zusatz von Kalium bichromicum behandelt waren. Hier war die Wirkung des Kalium bichromicum vorherrschend zur Geltung gekommen. Schon Babuchin (7, p. 131), welcher zahlreiche Reagentien auf das frische elektrische Gewebe des Zitterwelses angewandt hat, betont, dass Kalium bichromicum nicht schrumpfend wirkt und die Plattenform gut conservirt, eine Erfahrung, welche ich auch an den Zupfpräparaten aus Müller'scher Lösung hatte machen können. In den mit Formol und Sublimat unter Kalium-bichromicum-Zusatz behandelten Stücken (Liste No. 8 und No. 4) war daher keine Schrumpfung der Plattensubstanz eingetreten, was besonders an dem Formol-Material (Liste No. 4) überraschte. Andererseits lagen auch keine Verdachtsmomente für eine hier eingetretene Quellung der Platten vor. In dem Material aus Kalium-bichromicum-Formol erschien die Binde- und Gallertsubstanz geschrumpft, so dass die Platten einander genähert waren, aber nicht so sehr, wie in den Pikrinsäure-Sublimat-Präparaten. Der Befund in dem Kalium-bichromicum-Sublimat-Material kam vielleicht unter dem ganzen, von

mir benutzten Material dem Verhalten in dem lebensfrischen Gewebe am nächsten, was das Verhältniss der Plattensubstanz zu dem von Gallertgewebe eingenommenen Raum anbetrifft, wie Fig. 37 auf Tafel III illustrirt. Platten (*P*) und besonders Gallertraum (*G*) erscheinen breit, aus dem letzteren ist aber die Gallertsubstanz vollständig verschwunden; jedenfalls wurde sie durch die Einwirkung des Kalium bichromicum (wie auch in den Präparaten aus MÜLLER'scher Flüssigkeit) aufgelöst.

Nun habe ich zwar selbst keine frischen Platten von *Malopterurus* untersucht und weiss nicht aus eigener Erfahrung, wie die lebensfrische Platte bei diesem Zitterfisch aussieht. Ich kann daher auch nicht mit absoluter Bestimmtheit sagen, welche der von G. MANN angewandten Fixirungsmethoden die Structuren am naturgetreuesten erhalten hat. Die folgenden Mittheilungen mache ich unter dieser ausdrücklichen Einschränkung.

Nach allem möchte ich indessen dem mit Pikrinsäure-Sublimat fixirten Material das meiste Vertrauen entgegenbringen. Wie oben schon erwähnt, ist hier allerdings die Form der Platten, vor allem ihre Trichtergegend, oft verunstaltet, da die in Folge der Schrumpfung des Gallertgewebes einander genäherten Platten einen Druck aufeinander ausüben mussten. Die Plattensubstanz selbst zeigte aber am wenigsten die Structuren beeinflussende Veränderungen, von leichten Schrumpfungserscheinungen hier und da abgesehen. Auch war das Färbevermögen ein sehr gutes geblieben, was für die mit Zusatz von Kalium bichromicum fixirten Organstücke nicht immer gesagt werden konnte.

Nächstdem machte das mit Kalium-bichromicum-Sublimat und Kalium-bichromicum-Formol behandelte Material, besonders das erstere, den Eindruck einer guten Conservirung der Structuren und wurde sehr berücksichtigt. Wenig geeignet waren dagegen die mit reiner Formollösung (Liste No. 2 und 3) behandelten Stücke, der weitgehenden Plattenschrumpfung wegen. Ganz unbrauchbar für das Studium der feineren Plattenstructuren erwies sich schliesslich das mit dem VAN GEHUCHTEN'schen Alkohol-Chloroform-Eisessig-Gemisch (Liste No. 10) zubereitete Material. In diesen Präparaten waren Plattensubstanz und Kerne geschrumpft, wenn auch nicht so sehr, wie in den Formol-Präparaten, die feineren Structuren waren wenig erhalten. Hauptsächlich aber störten grosse Vacuolen, welche sich in der Plattensubstanz vorfanden.

Bei meiner Schilderung der feineren Structurverhältnisse der Platte will ich daher von dem mit Pikrinsäure-Sublimat fixirten Material ausgehen und die nach den anderen Methoden behandelten Präparate damit vergleichen.

Der Uebersichtlichkeit der Beschreibung wegen werde ich wieder einen Unterschied machen zwischen der eigentlichen Platte und ihrem centralen Trichterfeld mit Trichter und Trichterstiel, wenn auch die Zusammensetzung bei beiden im Wesentlichen dieselbe ist.

Wir wollen zuerst

die Structur des peripherischen Theiles der Platte

untersuchen.

In feinen (2—3 μ dicken) Paraffin-Schnitten erkennt man, dass sich in innigem Contact mit dem Elektrolemm eine Zone kleiner, dünner Stäbchen befindet und zwar an beiden Flächen der Platte. Die Stäbchen stehen senkrecht zu den Plattenflächen und sind mit ihrem einen Ende dem Elektrolemm angeheftet, mit dem anderen ragen sie frei in das Platteninnere vor. Bei schwächeren Vergrösserungen erscheinen sie als feine, parallele Strichelung des Plattenrandes. G. MANN machte mich darauf aufmerksam, dass die Strichelung in seinen mit Kali-bichromicum-Sublimat behandelten, in Canadabalsam eingeschlossenen mikroskopischen Präparaten schon ohne jede Tinction bei mittelstarken Vergrösserungen trotz der Aufhellung in Balsam deutlich erkennbar ist. Am schärfsten tritt sie hervor, wenn dünne Schnitte mit intensiv färbenden Anilinfarben tingirt und in Wasser untersucht werden. Auch mit Eisenhämatoxylin nach der von M. HEIDENHAIN angegebenen Methode lassen sich die Stäbchen sehr gut tingiren, doch dürfen die Präparate nur wenig in der Eisenalaunlösung entfärbt

werden. Fig. 43 auf Tafel IV. Auch mit LOEFFLER's Fuchsinbeize ist es mir gelungen, Fig. 42. Dagegen war in den GOLGI-Präparaten eine Färbung, die bei *Torpedo* und *Raja* von mir erzielt wurde, niemals eingetreten; in allen meinen GOLGI-Präparaten vom Zitterwels habe ich kein einziges Stäbchen imprägnirt gefunden.

In den Fig. 38 und 39 der Tafel III sind zwei senkrecht zu den Plattenflächen ausgeführte Schnitte abgebildet, welche mit Gentianaviolett intensiv gefärbt waren und in Wasser untersucht wurden (ZEISS, Apochr. homogene Immersion 2,0 mm, Apert. 1,40, Compensations-Ocular No. 12). Man sieht an beiden Flächen der Elektroplax (*P*) die sehr deutliche Randlinie des durchschnittenen Elektrolemms (*VE* und *HE*) und im unmittelbaren Anschluss daran eine dichte Zone gut gefärbter Stäbchen, sowohl an der Vorder- (*VSt*), wie an der Hinterfläche (*HSt*) der Platte. Das Gleiche, wenn auch nicht so deutlich, zeigen bei *VSt* und *HSt* die beiden Plattendurchschnitte der Fig. 41 aus einem Formolpräparate bei gleicher Färbung und Vergrösserung; ebenso Fig. 42 aus einem mit LOEFFLER's Fuchsinbeize gefärbten Präparate bei etwas schwächerer Vergrösserung.

Untersucht man die Stäbchen mit guten Immersionen genauer, so nimmt man bemerkenswerthe Unterschiede an der Vorder- und Hinterseite der Platte wahr.

Die Stäbchen der Vorderseite (*VSt* der Figuren) sind derbe, kleine, mehr gerade gestreckte, stiftartige Bildungen von 0,0018 μ Länge. Sie gehen senkrecht von dem Elektrolemm ab, können aber auch etwas geneigt sein. Da die Oberfläche der Platte unregelmässig gebogen ist, so erhält man in feinen Schnitten nicht immer die ganzen Stäbchen, sondern sieht sie oft in der Verkürzung oder angeschnitten. In den Pikrinsäure-Sublimat-Präparaten besitzen sie etwas verschiedene Länge, sind an manchen Stellen sehr gut ausgebildet und parallel neben einander aufmarschirt, an anderen Stellen erscheinen sie ein wenig kürzer oder auch wohl von unter sich etwas verschiedener Grösse. Ich vermuthe, dass dies vielleicht mit dem Conservirungszustand zusammenhängt. Oft machte es auf mich den Eindruck, dass die Stäbchen kleinste Anschwellungen und ein leicht verdicktes, freies Ende besassen. Doch ist bei dieser minutiösen Structur eine sichere Entscheidung schwierig. In gut gefärbten Präparaten ist das freie Ende stets scharf von der Umgebung abgesetzt.

Die Stäbchen der Hinterseite (*HSt* der Figuren) erscheinen im Vergleich mit denen der Vorderseite zarter, weicher, mehr fädchenartig, meist auch mehr unregelmässig gebogen, auch wohl ein wenig länger; sie stehen auch dichter als an der Vorderseite. Auch sie scheinen oft, noch mehr als die der Vorderseite, uneben, wie mit kleinsten, körnigen Anschwellungen versehen. Diese ganze Stäbchenzone macht, ich möchte sagen, einen mehr moosartig-weichen Eindruck, während die Stäbchen der Vorderseite an typischen Stellen mehr starr, bürstenartig aussehen. Sie gleichen in ihrem Aussehen mehr den von mir bei *Gymnotus* beschriebenen Stäbchen, während die der Vorderseite an die Stäbchenbildungen bei *Torpedo* und *Raja clavata* erinnern. Ueberhaupt war das Bild der Stäbchen an der Hinterseite oft nicht so klar wie an der anderen Seite; man konnte bisweilen in dieser Zone nichts weiter unterscheiden als eine fädig-körnige Masse.

Durch ihre Anheftung an der Innenfläche des Elektrolemms verursachen die Stäbchen in Flächenansichten das ausserordentlich deutliche Bild einer Punktirung, welche schon bei schwächeren Vergrösserungen, besonders in gut tingirten Präparaten, zu erkennen ist. Vor allem in den mit Anilinfarben und den mit Eisenhämatoxylin gefärbten, parallel den Plattenflächen geführten Schnitten ist die Punktirung sehr auffällig. Die intensiv gefärbten Pünktchen sind sehr dicht gestellt und bedecken die Plattenflächen, ohne Lücken frei zu lassen. Vgl. Fig. 40 auf Tafel IV an der rechten und linken Seite des Schnittes.

Bei näherer Untersuchung mit starken Systemen lässt sich nun feststellen, dass auch die Punktirung der Vorderseite von der der Hinterseite nicht unwesentlich verschieden ist, wie Fig. 40 auf Tafel IV zeigt. Diese Abbildung ist, wie uns schon von der Untersuchung des Elektrolemms her bekannt ist, ein Schrägschnitt durch ein dickeres Plattenstück aus ihrem peripherischen Abschnitt. Das von dem Pikrinsäure-Sublimat-Material stammende Präparat wurde mit Gentianaviolett gefärbt und in Wasser bei starker Vergrösserung (ZEISS, Apochr.

homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 12) untersucht. Bei *V* ist die Vorderfläche der Platte gestreift, so dass ein Theil derselben im Flächenbilde eingestellt ist. Bei *H* ist ein Stück der Hinterfläche angeschnitten. Soweit als das Elektrolemm im Schnitte mitgekommen ist, erscheinen die Oberflächen dunkel, da sich das Elektrolemm deutlich färbt (siehe oben). Gleichzeitig zeigen die Elektrolemmflächen das Bild der Punktirung (*VEP* und *HEP*). Zwischen den beiden Elektrolemmstücken liegt die schräg durchschnittene, helle Plattensubstanz.

In der Flächenansicht der Vorderseite (*VEP*) fällt sofort eine Gruppirung der Pünktchen auf. Man sieht, dass Pünktchen gruppenweise zu kleinen eckigen oder abgerundeten Feldern zusammengestellt sind, welche durch schmale, helle Linien, wie durch Strassen, von einander getrennt werden. Die Linien verlaufen unregelmässig, sind meist ziemlich gerade, vereinigen sich netzartig unter einander, gehen auch wohl bisweilen fast strahlenartig von einem Punkte aus. Hier und da sind manche Felder intensiv gefärbt, so dass man in ihnen die Pünktchen nicht deutlich erkennen kann; bei genauester Einstellung lassen sich die letzteren in ihnen aber nachweisen. Dadurch wird das Bild der Punktirung leicht fleckig. Dieses fleckige Aussehen wechselt, je nachdem die dunklen Stellen zahlreicher oder spärlich sind. Nur wenn das Präparat einige Zeit unter dem Deckglase in Wasser gelegen hat und eine geringe Entfärbung eingetreten ist, verschwinden die dunklen Flecken; die Pünktchen der dunklen Felder treten dann deutlich hervor, die Punktirung wird gleichmässiger. Auch in den mit Eisenhämatoxylin tingirten Flächenschnitten sind die dunklen, kleinen Stellen vorhanden, nicht selten in ziemlich regelmässiger Vertheilung. Ich werde durch diesen Befund in etwas an die von mir bei *Torpedo* nach GOLGI-Präparaten beschriebenen Stäbchencombinationen erinnert. Von „Stäbchennetzen", welche ich bei *Torpedo* und *Raja* nach GOLGI-Präparaten beschrieben habe, ist bei *Malopterurus* nichts zu sehen, da in meinen GOLGI-Präparaten niemals eine Imprägnation dieser Gegend eingetreten war.

Sehr instruktiv für die Auffassung und Deutung der Punktirung ist in den flachen Schrägschnitten die Nachbarschaft des Elektrolemms. Bei *SR* in der Fig. 40 sieht man den ein wenig gezackten Schnittrand des vorderen Elektrolemms, welches sich im oberen Theil der Figur bei *VE* in einer Falte senkrecht zur Schnittrichtung umgebogen hat. Hier wurde daher das Elektrolemm senkrecht durchschnitten und erscheint als dunkle Randlinie; nach innen davon sieht man die senkrecht auf die Elektrolemmfläche gestellten Stäbchen (*VSt*). Dort, wo nun das Elektrolemm der Fläche nach angeschnitten ist, muss gegen das Platteninnere zu auch die Stäbchenzone getroffen sein und zwar senkrecht zu der Längsaxe der Stäbchen. Man findet daher in den Flächenschnitten stets am Rande (*SR*) des angeschnittenen Elektrolemms eine Zone dunkler Pünktchen (bei *StZ*) in dem hellen Grunde der Plattensubstanz: jeder Punkt stellt den reellen Durchschnitt durch ein Stäbchen dar. An einer Stelle des in Fig. 40 abgebildeten Schnittes war, wie es häufig vorkommt und wie oben schon näher beschrieben, eine Einsenkung des Elektrolemms gegen das Platteninnere hin, so dass hier in dem flach geführten Schnitt vom Elektrolemm ein inselförmiges Stück abgeschnitten wurde. Zu diesem Elektrolemmstücke sieht man nun eine förmliche Strasse von Pünktchen hinziehen, die auch wieder den angeschnittenen Rand der Elektrolemminsel rings umgeben: an allen diesen Stellen ist der Flächenschnitt durch die Stäbchenzone gegangen. Ebenso wie im Flächenbilde der Punktirung auf dem Elektrolemm, so sind auch die Querschnittspünktchen der Stäbchen nicht gleich gross: ganz in der Nähe des Elektrolemms sieht man dunkle Flecken, welche den dunklen Flecken in der Punktirung entsprechen, die das Flächenbild des vorderen Elektrolemms darbietet. Ich denke mir, dass diese dunklen, fleckenartigen Stellen in der Punktirung dadurch bedingt werden, dass Substanzanhäufungen einer sich färbenden Masse zwischen den Ansatzstellen und den Basaltheilen mancher Stäbchen vorhanden sind. Damit stimmt überein, dass ich auch in verticalen Durchschnitten dunkler gefärbte Massen zwischen den Basen von Stäbchen gesehen habe.

Ein anderes Bild giebt die Punktirung der Hinterfläche: sie ist feiner, dichter und gleichmässiger als an der Vorderfläche. Eine Felderung und Trennung der Felder durch helle Linien ist nicht zu beobachten. Nur hier und da erscheinen einzelne Stellen etwas dunkler, aber ohne schärfere Abgrenzung. Fig. 40 zeigt bei *HEP* im Vergleich mit *VEP* diesen Unterschied sehr gut. In dieser Figur ist an der Hinterfläche der Elektroplax gerade eine Oberflächenfurche angeschnitten, so dass das Elektrolemm an zwei Stellen (bei *HE*) senkrecht zu seiner Oberfläche getroffen wurde und hier als deutliche Randlinie sichtbar ist; an diesen Stellen erscheinen die Stäbchen wieder der Länge nach.

An den übrigen Stellen der Plattenhinterfläche in Fig. 40, an welchen das Elektrolemm der Fläche nach getroffen ist, findet sich gegen die Plattensubstanz zu an dem Elektrolemmrande (*SR*) wieder eine Zone senkrecht zu ihrer Längsaxe getroffener Stäbchen (bei *StZ*), welche sich als feine Pünktchen von dem hellen Grunde des Plattengewebes abheben. Jedes Pünktchen entspricht auch hier wieder dem reellen Durchschnitt eines Stäbchens, jedes Pünktchen an dem Elektrolemm selbst dem Ansatze eines Stäbchens. Das Bild der Stäbchenquerschnitte ist indessen oft undeutlicher als an der Vorderseite. Auch wollte es bisweilen scheinen, als ob die Querschnittsbilder hier und da durch Communicationsfäden mit einander verbunden wären, so dass eine Art Gerüstwerk gebildet wurde; das mikroskopische Bild (intensive Färbung mit Gentianaviolett, Untersuchung in Wasser) war indessen sehr zart und schwer zu definiren.

Nicht jede Conservirung ist geeignet, die Stäbchen zu erhalten. In den mit Kalium-bichromicum-Sublimat und Kalium-bichromicum-Formol behandelten Präparaten sind sie gut zu sehen. Auch in den mit Formol fixirten Stücken sind die Stäbchen erhalten (vgl. Fig. 41 bei *VSt* und *HSt*), erscheinen aber nicht so gut fixirt. Hervorzuheben ist, dass bei totaler Schrumpfung der Plattensubstanz, wie sie in den Formolstücken nicht selten ist (siehe unten), die Schrumpfungsschicht an den freien Stäbchenenden Halt macht, so dass die beiden Stäbchenzonen nicht davon ergriffen werden. In meinen Alkohol-Präparaten, ebenso wie in den mit VAN GEHUCHTEN's Gemisch behandelten, ist kaum noch etwas von den Stäbchen wahrzunehmen. Besser als die freien Theile der Stäbchen scheint sich ihr Ansatz am Elektrolemm zu conserviren. So ist in den Präparaten aus MÜLLER'scher Lösung, in denen die Streifung oft nicht mehr sehr deutlich ist, die verschiedene Punktirung der beiden Plattenflächen bei Untersuchung in Wasser meist noch recht gut zu erkennen. Ohne Färbung tritt aber an der Vorderfläche die Felderung gewöhnlich nicht hervor, so dass dann die Punktirung mehr gleichmässig aussieht.

Der Raum zwischen den beiden Stäbchenzonen wird nun eingenommen von einem zarten Gewebe, welches auch zwischen die Stäbchen gegen das Elektrolemm hin vordringt. In ungefärbtem Zustande, besonders bei starker Aufhellung, erscheint diese Substanz hell, durchsichtig, anscheinend structurlos. Untersucht man aber dünne Schnitte mit Immersionen nach intensiver Färbung (Anilinfarben, auch Hämatoxylin), besonders in Wasser (Fig. 38 auf Tafel III), so nimmt man deutlich eine sehr zarte Structur wahr. Die ganze Schicht setzt sich aus einem dichten Gerüst feinster, zarter Fädchen zusammen, welche sich unter einander verbinden und ein engmaschiges Netzgerüst herstellen. In den Maschenräumen zwischen den Netzfäden liegt eine helle, sich nicht färbende Substanz von ursprünglich wahrscheinlich flüssiger oder halbflüssiger Beschaffenheit, welche die Hohlräume zwischen den Netzfäden ausfüllt und an welcher weiter keine Zusammensetzung zu erkennen ist. Gegen die Stäbchen hin, besonders vorn, ist das Netzgerüst äusserst dicht; man erkennt aber auch hier bei genauer Einstellung kleinste helle Lücken. In der mittleren Zone lockert es sich mehr, so dass man die Fädchen deutlich unterscheiden kann. Die Fädchen und Fädchenzüge mit ihren gegenseitigen Verbindungen lassen sich oft auf grosse Strecken hin verfolgen und sind auch in den gefärbten und in Canadabalsam aufgehellten Präparaten meist noch deutlich zu unterscheiden. Der Hauptzug der Fädchenmasse scheint von der einen Plattenfläche zur anderen senkrecht zu ihren Oberflächen

zu gehen. In dieser Richtung ziehen auch oft von den Kerngegenden ausgehende, wohl durch Reagenswirkung entstandene Verdichtungen der Substanz. Es verlaufen aber auch Fädchen in allen beliebigen Richtungen. Fig. 38 auf Tafel III.

Bei gutem Licht und genauester Einstellung gewinnt man den Eindruck, dass in die Fädchen kleinste Körnchen von gleicher zarter Färbung, wie die Fädchen selbst, eingelagert sind. Jedenfalls erscheinen die Fädchen nicht glatt, sehen uneben, wie feinkörnig aus. Ausser diesen zarten, schwach gefärbten Pünktchen finden sich in diesem Gewebe noch intensiver gefärbte, unregelmässig zerstreute, etwas grössere, aber immerhin noch recht kleine Körnchen vor (nicht zu verwechseln mit den später noch zu besprechenden gröberen Körnern).

Das Netzgerüst war auch in dem mit Kalium-bichromicum-Sublimat und Kalium-bichromicum-Formol fixirten Material zu erkennen, war hier aber jedenfalls in Folge der Einwirkung des Kalium bichromicum mehr gleichmässig und liess den feinfädigen Charakter auch nicht so sehr deutlich hervortreten wie in den mit Pikrinsäure-Sublimat behandelten Präparaten.

Dieses Gewebe bildet, abgesehen von den noch zu besprechenden Einlagerungen, die eigentliche Substanz, bei weitem die Hauptmasse der elektrischen Platte.

Mithin treffen wir in der *Malopterurus*-Platte dasselbe specifische Gewebe an, wie ich es bei *Torpedo, Gymnotus* und *Raja clavata* beschrieben habe. Auch bei diesen elektrischen Fischen war fast genau das gleiche, unzweifelhaft wohl identische Netzgerüst nachweisbar, welches besonders an der dicken *Gymnotus*-Platte durch seine mächtige Entwickelung auffällt. Bei *Malopterurus* imprägniren sich die Fädchen aber nicht nach der GOLGI'schen Methode, wie ich es von *Torpedo*, *Gymnotus* und *Raja* geschildert habe; in keinem meiner zahlreichen GOLGI-Präparate war auch nur in Spuren eine Färbung dieses Gewebes eingetreten. Es sei darauf hingewiesen, dass auch schon in der Zitteraal-Platte die Netzzüge nur theilweise und an ganz bestimmten Stellen der Platte durch Chromsilber-Imprägnation tingirt werden konnten.

Ebenso wie bei dem Zitteraal tritt nun auch bei dem Zitterwels in diesem zarten Plattengewebe leicht eine Schrumpfung ein bei Anwendung ungeeigneter Fixationsmittel, besonders solcher, welche eine Wasserentziehung bewirken. Alsdann entsteht auch in der *Malopterurus*-Platte eine dunkle Schrumpfungslinie ganz analog der sogenannten „PACINI'schen Linie", welche in der Zitteraal-Platte, wie ich (vgl. 19) nachgewiesen habe, irrthümlich als besonderes Structurelement beschrieben worden ist.

In den mit Pikrinsäure-Sublimat fixirten Präparaten war diese Schrumpfungserscheinung nur hier und da eingetreten und befand sich dann auch nur in den ersten Stadien. Alle anderen Platten zeigten eine gleichmässig structurirte Plattensubstanz, wie sie in Fig. 38 auf Tafel III dargestellt und oben beschrieben ist.

In Fig. 39 der Tafel III (Pikrinsäure-Sublimat, Gentianaviolett, Untersuchung in Wasser) sind die Anfänge der Schrumpfung sichtbar. Die Fädchenzüge haben sich auf Strecken zusammengeballt, zwischen ihnen sind unregelmässige, vacuolenartige Hohlräume aufgetreten. Besonders in der Mitte der Platte ist in diesem Präparat (bei *SchL*) die Zusammenballung und Verklebung der Fäden ausgebildet, so dass hier eine dunklere Linie anfängt, in die Erscheinung zu treten. Man sieht genau, ebenso wie ich es bei *Gymnotus* beschrieben habe, dass diese Linie nicht scharf begrenzt ist, sondern nach vorn und hinten mit der Fädchensubstanz continuirlich zusammenhängt, weil sie eben durch Verdichtung dieser Fädchenmasse in Folge von Wasserentziehung aus der in den Hohlräumen zwischen den Fädchen enthaltenen Substanz entstanden ist. Häufig bildet sich diese Schrumpfungslinie nicht in der Mitte der Platte, sondern mehr in ihrer hinteren Hälfte aus.

Wenn die Wasserentziehung aus der Platte weiter fortschreitet, so entsteht, ebenso wie bei dem Zitteraal, ein breiter, sich dunkel färbender Streifen, welcher sehr auffällig wird und den senkrechten Plattendurchschnitt in zwei meist ungleiche Theile, einen vorderen grösseren und hinteren kleineren, trennt. Das war vor allem der Fall in dem mit Formol fixirten Material. Schon schwache Vergrösserungen zeigen in den meisten stark geschrumpften Platten der Formol-Präparate eine dunkle, breite Linie. Fig. 35 auf Tafel III.

Fig. 41 auf Tafel IV stellt einen in Wasser untersuchten Schnitt durch ein mit Formol fixirtes Organstück bei Oel-Immersion nach Färbung mit Anilinfarben dar. Bei P und P_1 sind zwei Platten senkrecht zu ihren Flächen getroffen. In der unteren Platte ist bei *SchL* die verwaschene Schrumpfungslinie noch schmal, wenn auch sehr deutlich. In der oberen Platte ist sie schon breiter geworden und intensiv gefärbt. Ja, bei starker Schrumpfung kann es vorkommen, dass die ganze Gerüstsubstanz, besonders in den peripherischen Theilen der Platte, zu einem breiten dunklen Streifen zusammenschrumpft. Die Plattendurchschnitte erscheinen dann sehr schmal und dunkel gefärbt. Untersucht man sie bei stärkerer Vergrösserung, so erkennt man drei, vom Elektrolemm eingeschlossene, fast gleich breite Lagen: am vorderen und hinteren Elektrolemm die beiden Stäbchenzonen und zwischen ihnen, anstatt der breiten Netzgerüstsubstanz, einen intensiv gefärbten Streifen, welcher bis an die Stäbchenzonen anstösst und die gesammte, aber geschrumpfte Masse der Gerüstsubstanz darstellt. Am rechten Rande der oberen Platte (P) der Fig. 41 ist dieses Endstadium eingetreten: *VSt* und *HSt* sind die Stäbchenzonen am vorderen (*VE*) und hinteren (*HE*) Elektrolemm; die Schrumpfungslinie (*SchL*) reicht bis an die freien Stäbchenenden heran. Die Stäbchenzonen bleiben also von dieser weitgehenden, auffälligen Schrumpfung frei.

In allen Präparaten, welche mit einem Zusatz von Kalium bichromicum fixirt waren (Liste No. 4, 5, 8), wurde eine Schrumpfungslinie in den Platten stets vermisst.

Wie schon Pacini und besonders Bilharz erwähnt haben und von den späteren Untersuchern bestätigt wurde, befinden sich in der Platte zahlreiche Kerne, die Plattenkerne. Ihre Form ist kugelrund oder auch etwas länglich-elliptisch. Ihre Grösse beträgt 0,006—0,008 mm. Sie liegen in allen meinen Präparaten in einfacher Lage in der Nähe der vorderen Plattenfläche, doch nicht streng in einer Ebene, sondern in etwas verschiedener Entfernung von der Vorderfläche. Selten kommt es vor, dass sie mehr gegen die Mitte der Plattendicke rücken. Nur in äusserst seltenen Fällen lagert einmal einer an der Hinterfläche. Das gilt für den grösseren, dicken Theil der Platte. In dem dünneren Randbezirk derselben werden sie dagegen mehr oder weniger in der Mitte der Plattendicke gefunden. Untersucht man Flächenpräparate (vgl. Fig. 16, 17, 19 der Tafel I, Fig. 89 der Tafel VII), so erkennt man, dass die Kerne in unregelmässigen Abständen über die ganze Platte bis an ihren Rand vertheilt sind, sie erscheinen wie ausgesäet. Ihr Abstand beträgt im Durchschnitt 0,025—0,05 mm, kann aber auch grösser und kleiner sein. Nicht zu selten liegen 2 dicht neben einander, sehr selten dagegen 3; nur einige wenige Male habe ich 4 dicht beisammen gesehen.

Alle Kerne bestehen aus einer sehr deutlichen, ziemlich dicken Kernmembran, einem Kerngerüst und einem stets deutlichen Kernkörperchen. Das letztere ist sehr gross, kugelrund und färbt sich intensiv; besonders in den mit Kalium-bichromicum-Formol fixirten und gefärbten Präparaten trat es sehr auffällig hervor.

Die Reagentien wirken verschieden auf die Kerne ein. Am besten schienen die Plattenkerne in den mit Pikrinsäure-Sublimat fixirten Präparaten erhalten. Die grösste Veränderung zeigten sie in den mit Müller-scher Lösung behandelten und mit Hämatoxylin gefärbten Präparaten. Hier hatte sich in jedem Kern der Kerninhalt von der Membran retrahirt und lag, zu einem das Kernkörperchen umschliessenden unregelmässigen Klumpen zusammengeballt, gewöhnlich excentrisch in dem Kernraum. Die Kernmembran war dabei wohlerhalten und nicht collabirt oder gefaltet. Da sie sich bei Kerntinction intensiv färbte, ebenso wie der zusammengeballte Kerninhalt, so erhielt ich Kernbilder, wie sie z. B. in den Fig. 24—34 auf Tafel II und Fig. 89 auf Tafel VII zu sehen sind; die kreisförmige Begrenzung ist die Kernmembran.

Bemerkenswerth ist, dass sich in keinem Präparat, weder in den Schnitten, noch in den Zupfpräparaten, um die Plattenkerne herum ein heller Hof oder eine in Folge von Schrumpfung entstandene Höhle gebildet hatte, wie das bei *Torpedo* und *Gymnotus* zur Beobachtung kommt. Die Kernmembran scheint vielmehr fest

mit der Umgebung verbunden zu sein. Ich habe daher in den Zupfpräparaten auch niemals beobachtet, wie es bei *Torpedo* und *Raja* nicht selten ist, dass ein Kern aus seiner Höhle herausgefallen und dafür ein Loch in der Plattensubstanz entstanden war. Das trat in den Zupfpräparaten nicht einmal ein, wenn bei dem Zerzupfen der Riss durch die Kerngegend gegangen war. Alsdann wurde auch der Kern in zwei Theile zerrissen, die beiden Kerntheile blieben aber in festem Zusammenhang mit der Plattensubstanz. Nur in den Pikrinsäure-Sublimat-Präparaten sah ich des öfteren, dass sich zwischen Kern und Plattensubstanz ein ganz kleiner, schmaler Spaltraum an einer Seite des Kerns ausgebildet hatte.

Ferner muss darauf aufmerksam gemacht werden, dass bei dem Zitterwels um die Plattenkerne herum eine grössere Anhäufung von Protoplasma oder protoplasmaartiger Substanz vermisst wird, während bei *Gymnotus* und in besonderem Maasse bei *Raja clavata* solche Anhäufungen stets vorhanden sind. Zwar liess sich aussen an der Peripherie der Plattenkerne oft eine dunklere, körnig erscheinende Substanz erkennen, diese Substanz war aber stets sehr spärlich und stand im Zusammenhang mit fadenartigen Bildungen, welche von der Kerngegend mehr oder weniger radiär ausstrahlten und einen sehr auffälligen, eigenartigen Bestandtheil der *Malopterurus*-Platte bildeten.

Untersucht man einen mit Anilinfarben tingirten Schrägschnitt durch die Kernzone einer Platte (*KZ* Kernzone, in Fig. 40 auf Tafel IV; vgl. damit auch Fig. 38 und 39 auf Tafel III) von mit Pikrinsäure-Sublimat fixirtem Material, so sieht man, dass von der Nachbarschaft der Kerne sehr deutliche Fäden abgehen, welche gebogen oder winklig geknickt in der Plattensubstanz verlaufen und unverzweigt sein können, sich oft aber auch verzweigen. Meist geht von einer Kerngegend eine ganze Anzahl solcher Fäden aus, so dass spinnenartige Zeichnungen entstehen. Sie verlaufen zum Theil in der Kernebene, zum Theil biegen sie sich gegen die Vorderseite hin um und reichen sogar bis an die Stäbchenzone. Diese Fäden sind nicht gleichmässig dick, sondern erscheinen deutlich varicös, mit kleinen, tröpfchenartigen Verdickungen von verschiedener Grösse versehen.

Das Auffälligste an ihnen sind in den Pikrinsäure-Sublimat-Präparaten aber verschieden grosse, rundliche Bläschen, welche in den Verlauf der Fäden eingeschaltet sind. Das Ende der Fäden ist sehr häufig mit einem solchen Körperchen versehen. Die bläschenartigen Körperchen sehen sehr eigenthümlich aus. Ihr Inneres ist hell und lässt oft ein oder zwei dunkle Einlagerungen erkennen. Die Wand der Bläschen erscheint unregelmässig verdickt. Ich kann nicht verhehlen, dass sie schon in diesen Präparaten den Eindruck machen, als ob sie durch Quellung ursprünglich solider Körner entstanden wären, wobei ein aufquellender Inhalt die weniger quellbare peripherische Zone gedehnt und zum Theil auseinandergetrieben hätte. Ich komme hierauf noch zurück. Meist sind die bläschenartigen Körper in der unmittelbaren Nähe der Kerne angehäuft, so dass sie die Kerne förmlich einhüllen, und stellen wohl zum grössten Theil die oben erwähnte spärliche, dunkle Masse in der Umgebung des Kernes dar. In dieser Masse verlieren sich die Fadenenden.

Die Fäden, ebenso wie die bläschenartigen Körperchen, sind nicht ausschliesslich an die Kerngegend und die Kernzone gebunden, sondern werden auch unabhängig davon isolirt in der Plattensubstanz gefunden. Sie kommen auch in der Mitte und an der Hinterfläche der Platte vor, sind aber in der Kernzone bei weitem am reichlichsten. Die bläschenartigen Körper können dabei auch ganz isolirt ausserhalb der Fäden liegen.

Unzweifelhaft handelt es sich hier um dieselben Bildungen, welche Babuchin (7, 10) als „behaarte Zellen" beschrieben hat, worauf ich in der kritischen Literaturbesprechung noch näher eingehen werde. Diese Beobachtung des genannten Autors ist um so werthvoller, als er sie unter grossen Cautelen an ganz lebensfrischen Platten des Zitterwelses gemacht hat. Daraus geht hervor, dass die Fäden als intra vitam bestehendes Structurelement zu betrachten sind.

Wie diese Fäden, welche ich bei den anderen elektrischen Fischen nicht angetroffen habe, zu deuten sind, lässt sich schwer sagen. Mit dem Nervenendapparat haben sie wohl unzweifelhaft nichts zu schaffen, da die Nervenendigungen, wie wir sehen werden, an einer ganz anderen, eng begrenzten Stelle weit von der Vorderfläche der Platte entfernt liegen. Wahrscheinlich sind es hauptsächlich in der Gegend der Plattenkerne erhaltene, modificirte Derivate des ursprünglichen Bildungsprotoplasmas der Platte, von welchem sich bei *Gymnotus* und besonders bei *Raja* mehr indifferente Reste um die Kerne herum (ähnlich wie an den Kernen der quergestreiften Muskelfasern) erhalten haben.

Conservirung und Aussehen der Fäden hängt sehr von den angewandten Reagentien ab. In den mit Alkohol und mit VAN GEHUCHTEN's Mischung behandelten Stücken war nichts mehr davon zu sehen, ebensowenig wie in den GOLGI-Präparaten. In den Zupfpräparaten aus MÜLLER'scher Lösung (Fig. 89 auf Tafel VII) konnten sie hier und da noch erkannt werden. In den Formol-Schnitten waren die Fäden, zum Theil wenigstens, erhalten, verliefen hier aber, wohl beeinflusst durch die Plattenschrumpfung, oft merkwürdig zickzackartig. Vgl. Fig. 41 auf Tafel IV. Weit deutlicher erscheinen sie in den mit Kalium-bichromicum-Sublimat und, wie beschrieben (Fig, 38 und 39 auf Tafel III und Fig. 40 auf Tafel IV), in den mit Pikrinsäure-Sublimat fixirten Präparaten. Die besten Bilder gaben aber mit Anilinfarben tingirte und in Wasser untersuchte Schnitte von dem mit Kalium-bichromicum-Formol fixirten Material. Die Fäden hoben sich bei dieser Behandlung scharf von der Plattensubstanz ab, die deutliche Färbung liess gleichfalls ihre grosse Zahl zur Geltung kommen. Auch zwischen den Kernterritorien, ebenso an der Hinterseite ganz ausser Zusammenhang mit der Vorderseite, waren sie oft häufig. Besonders in etwas dickeren Schnitten (5—10 μ) wurden sie zu einem sehr auffälligen Bestandtheil der Platte, sie bildeten stellenweise oft ein förmliches Gestrüpp.

Noch mehr als an den Fäden macht sich der Einfluss der Reagentien an den bläschenförmigen Körpern geltend. In den Präparaten aus MÜLLER'scher Lösung waren sie sehr zahlreich (vgl. Fig. 89 auf Tafel VII), ebenso in den Pikrinsäure-Sublimat-Schnitten. Dagegen wurden sie in den Kalium-bichromicum-Sublimat-Präparaten nur spärlich angetroffen und fehlten in den mit Formol und mit Kalium-bichromicum-Formol behandelten Präparaten so gut wie ganz. An ihrer Stelle fanden sich hier dunkle, kleinere, anscheinend compacte Körperchen, die an den Fäden als kugelige Verdickungen erschienen. Durch diesen Befund wird meine oben ausgesprochene Vermuthung noch wahrscheinlicher, dass die bläschenförmigen Körperchen durch Quellung kleinerer, mehr compacter Körner unter der Behandlung der Platte entstanden. Ich glaube, dass dem so ist. Die Entscheidung über die Frage, welche Bestandtheile in der Platte präformirt sind, kann nur die Untersuchung der lebensfrischen Elektroplax bringen.

Ausserdem fanden sich in der Platte noch andere körnerartige Einlagerungen, welche fast ausschliesslich im hinteren Theile der Platte localisirt waren. Fig. 38 und 39 auf Tafel III; Fig. 40 auf Tafel IV. Das sind intensiv tingible, unregelmässig gestaltete Körner von abgeplatteter oder rundlicher oder auch eckiger Form und verschiedener Grösse, welche nicht selten gruppenweise zusammenlagern. Häufiger noch ist eine reihenweise Anordnung, bei welcher sie über einander geschichtet liegen. Diese Körnerreihen verlaufen gerade oder gebogen und meist senkrecht zur Plattenfläche. Sie sind gewöhnlich sehr zahlreich und bilden einen sogleich in die Augen fallenden Bestandtheil der Platte, wie ein Blick auf Fig. 40 (Pikrinsäure-Sublimat) zeigt. Die in Reihen oder dichten Gruppen angeordneten Körner besitzen die Form kleiner unregelmässiger Scheiben, welche durch schmale Spalten von einander getrennt sind. Ob ein Faden dieselben verbindet, wie es bisweilen scheinen wollte, konnte mit Sicherheit nicht entschieden werden. Die fast querstreifig aussehenden Körnerreihen waren in den mit Pikrinsäure-Sublimat. Kalium-bichromicum-Sublimat und Kalium-bichromicum-Formol fixirten Präparaten stets sehr reichlich.

Die Structur der vom Elektrolemm umschlossenen Substanz im Bereich des Trichterfeldes und im Stiel ist im Wesentlichen dieselbe, wie sie für den peripherischen Theil der Platte geschildert wurde.

Die Stäbchen und damit die Punktirung bedecken ohne Unterbrechung die ganze Vorderfläche des Trichterfeldes, überziehen die Protuberanzen, Papillen und Radiärleisten und senken sich mit dem Elektrolemm auch in die Trichterhöhle ein; im ganzen Bereich der letzteren zeigen sie dieselbe Beschaffenheit wie an der Vorderfläche der Platte. Vgl. Fig. 42 auf Tafel IV.

An der Hinterfläche dagegen verändern sie im Bereich der Höhle in der Nähe ihres gewulsteten Randes ihr Aussehen und nehmen mehr den Charakter der Stäbchen der vorderen Plattenseite an. Sie werden mehr gedrungener, mehr geradlinig, zugleich vergrössern sich die Abstände zwischen ihnen. Das letztere gilt besonders für den Trichterstiel, hier stehen die Stäbchen so weit von einander entfernt, wie an keinem anderen Theil der Platte. Dabei sind sie oft gruppenweise zusammengestellt. Zwischen den Stäbchen der einzelnen Gruppen schien sich eine weniger gefärbte Substanz zu befinden, besonders in mit Eisenhämatoxylin tingirten Präparaten, so dass auch hier Figuren entstanden, welche einigermaassen an die von mir nach GOLGI-Präparaten bei *Torpedo* beschriebenen Stäbchencombinationen erinnerten. Siehe in Fig. 42 auf Tafel IV die Stelle des Trichterstieles rechts, welche von der Fläche gesehen wird.

Auf Querschnitten durch den Trichterstiel, vor allem durch seinen vorderen dicken Abschnitt, wird das Bild der Stäbchen unregelmässig in Folge der vielen Einsenkungen und Vertiefungen an der Oberfläche des Stiels. Vgl. Fig. 43 auf Tafel IV. Da das Elektrolemm sich in die Einsenkungen hinein erstreckt und sich ähnlich intensiv färbt wie die Stäbchen selbst, so können diese Einsenkungen zu Verwechselungen mit Stäbchen Veranlassung geben. Dazu kommt, dass hier im Bereich des Stiels die Plattensubstanz mit dem Elektrolemm zwischen den einzelnen Stäbchen nach aussen ein wenig vorgedrängt, wie vorgequollen, erscheint; es sieht aus, als wenn durch das Stäbchen jedesmal eine Einziehung des Elektrolemms verursacht würde. Dadurch erhält der Rand der Durchschnitte des Trichterstiels eine feine, unregelmässige Einkerbung. Trifft der Schnitt aber so, dass ein Stück der Stieloberfläche sichtbar wird, so tritt stets sehr deutlich das Bild einer groben Punktirung auf; jedes scharf begrenzte, intensiv gefärbte Pünktchen entspricht dabei wieder einem Stäbchen.

Fig. 43 auf Tafel IV stellt einen mit Eisenhämatoxylin gefärbten Querschnitt durch den vorderen Theil des Trichterstiels bei starker Vergrösserung dar. Man sieht den fein und unregelmässig gekerbten Rand, in den feineren Einkerbungen die Stäbchen, in den grösseren die Elektrolemm-Einsenkungen. Unten ist an einer Ecke die Fläche des Stiels gestreift, so dass das Bild der Punktirung zur Geltung kommt.

Dasselbe erkennt man in der Fig. 42 auf Tafel IV, welche einen Durchschnitt durch den Trichter und den vorderen Theil des Trichterstiels bei etwas schwächerer Vergrösserung zeigt. An dem letzteren sieht man an zwei der Fläche nach getroffenen Stellen wiederum die Punktirung und die oben erwähnte Gruppirung der sehr scharf hervortretenden Pünktchen.

Ob die Stäbchen auch dem Endknopf zukommen, konnte nicht mit voller Sicherheit entschieden werden. In den Zupfpräparaten aus MÜLLER'scher Lösung, an welchen der Endknopf sehr deutlich unterschieden wurde (vgl. Fig. 50—54 auf Tafel V), waren die Stäbchen am Stiel zu wenig erhalten, um Bestimmtes aussagen zu können. In den Schnitten konnten sie am hinteren Stielende nicht erkannt werden. Wahrscheinlich fehlen sie hier ganz oder sind hier doch nur sehr spärlich.

Ebenso wie in dem peripherischen Theil, bildet auch im centralen Trichterfeld, im Trichter und im Trichterstiel bis zum Endknopf das feine Netzgerüst die Hauptmasse der Substanz. Im Stiel scheint das Gerüst noch feiner zu sein als in der Platte selbst. Eine Längsstreifung im Inneren des Stiels habe ich nicht gesehen.

Auch die Plattenkerne fehlen nicht, sind aber im Bereich des centralen Trichterfeldes kleiner, 0,004—0,005 mm gross. In dem verdünnten vorderen Theil des Trichterfeldes, ebenso in der Trichterwand selbst liegen sie meist ziemlich in der Mitte zwischen den beiden Flächen oder auch der einen oder anderen Fläche genähert. Auch den Radiärleisten fehlen die Kerne nicht, ebensowenig wie den Papillen und Protuberanzen. Bei den letzteren findet sich der Kern stets an ihrer Basis, niemals an ihrer Spitze; indessen haben durchaus nicht alle Papillen einen Kern, vielen, besonders den kleineren, fehlt er.

In der Trichterwand und im dicken vorderen Theil des Trichterstiels sind die Kerne noch ziemlich zahlreich. In dem hinteren dünnen Abschnitt des Stiels dagegen werden sie spärlich. Hier finden sich ganz constant nur 3 Plattenkerne vor. Siehe Fig. 50—54 auf Tafel V und Fig. 74—79 auf Tafel VII bei *PK*. Der eine davon (PK_1 der Figuren) liegt im Endknopf und zwar gewöhnlich im vorderen Theil desselben. Der zweite (PK_2 der Figuren) sitzt in der Nähe der Mitte des hinteren Stielabschnittes. Der dritte Kern (PK_3 der Figuren) wird ganz regelmässig an der Grenze gegen den vorderen dicken Stielabschnitt hin gefunden, dort, wo die unregelmässigen Leisten des letzteren aufhören. Der Abstand zwischen dem hintersten und mittleren Kern ist etwas grösser als der zwischen dem mittleren und vorderen.

Ebenso wie die Kerne lassen sich auch die kleinen bläschenförmigen Körper bis gegen den Endknopf hin verfolgen.

4. Die Nerven und Nervenendigungen im elektrischen Organ des Zitterwelses.

Wie BILHARZ (26) festgestellt hat, stammt der aus einer einzigen markhaltigen Nervenfaser bestehende Nervus electricus einer jeden Hälfte des *Malopterurus*-Organs von je einer einzigen, sehr grossen Ganglienzelle. Diese mit grossem Kern versehene Riesenganglienzelle liegt im vorderen Theil des Rückenmarkes und ist so gross, dass sie schon makroskopisch auf einem Durchschnitt durch das Rückenmark als kleiner, rundlicher, dunkler Fleck gesehen werden kann. Von ihrer Oberfläche entspringen sehr zahlreiche Dendriten, während nur ein einfacher Neurit die Zelle verlässt.

Nach BILHARZ hat FRITSCH (118, I) diese interessanten Zellen untersucht und die Behauptung aufgestellt, dass eine grosse Anzahl der Protoplasmafortsätze (Dendriten) ventralwärts eine Verschmelzung eingeht und dass dadurch eine durchlöcherte Platte entsteht. Aus dieser „Fussplatte“ soll der Axencylinder (Neurit) des elektrischen Nerven entspringen, so dass er den Zellkörper seiner Riesenganglienzelle selbst gar nicht erreicht.

G. MANN, welcher das Rückenmark derselben Fische benutzte, von welchen ich die elektrischen Organe erhielt, ist zu anderen Resultaten gekommen. Dieser Forscher untersuchte die Ganglienzellen auf Serienschnitten und reconstruirte dieselben mit allen ihren Fortsätzen vermittelst der Plattenmodellirungs-Methode. Abbildungen dieser Modelle wurden der Versammlung der Anatomischen Gesellschaft in Kiel am 18. April 1898 vorgelegt, als G. MANN (172) über seine Untersuchungen kurz berichtete. Danach ist die ganze Oberfläche der beiden Ganglienzellen ganz dicht besetzt mit zahlreichen Dendriten, welche relativ kurz sind und sich bald verzweigen. Wie Herr College G. MANN mir auch noch kürzlich schrieb, tritt aber eine Verschmelzung nicht ein, die FRITSCH'sche „Fussplatte“ existirt nicht. Vielmehr entspringt der Neurit, ebenso wie an anderen Ganglienzellen, direct aus dem Zellleib, und kann kein Zweifel an der Richtigkeit der BILHARZ'schen Beobachtung sein. Alles Nähere wird die demnächst erscheinende Arbeit von G. MANN bringen.

Der Neurit umgiebt sich nun alsbald mit einer dünnen Markscheide, verlässt nach BILHARZ ventralwärts das Rückenmark, tritt aus dem Vertebralkanal durch das erste Intervertebralloch und verläuft alsdann zu dem elektrischen Organ seiner Seite in einer Weise, wie von BILHARZ näher beschrieben wurde und dort (26, p. 16—21) nachzusehen ist.

Nach dem Austritt aus dem Rückenmark erhält die Nervenfaser eine ausserordentlich dicke, geschichtete Bindegewebshülle.

Das Organ erreicht der Nerv nicht unmittelbar an seinem vorderen Ende, sondern etwa an der Grenze zwischen erstem und zweitem Fünftel seiner Länge, so dass einige Aeste und zwar die ersten, welche den Nerv verlassen, nach vorn zum ersten Fünftel des Organs zurücklaufen müssen. An dem elektrischen Organ angekommen, zieht der Hauptstamm des leicht zu präparirenden Nerven etwa in halber Höhe des Organs an der Seitenlinie bis in die Nähe des hinteren Organendes. Er liegt hier der inneren Organhülle dicht an und wird auf seinem Verlaufe von der Bindegewebslage bedeckt, welche ich als Fascia subelectrica unterschieden habe. Vgl. auch den Holzschnitt Fig. 2 auf S. 11, wo der Nerv bei *N* durchschnitten ist. Die Arteria und Vena electrica begleiten ihn. Bis in die unmittelbare Nähe des Organs tritt keine Theilung des Axencylinders ein. Alsdann giebt der Hauptstamm aber eine Anzahl von Aesten ab, welche nach einander oder auch paarweise entspringen und nach vorn, oben, unten und schliesslich auch nach hinten gehen; die Aeste theilen sich dichotomisch weiter. Lage, Verlauf und Verzweigung des Nervus electricus sind von GEOFFROY ST. HILAIRE, RUDOLPHI, VALENCIENNES, BILHARZ und FRITSCH nach Situs-Präparaten schon zur Genüge abgebildet worden.

Die primären Seitenäste, ebenso wie ihre gröberen Verzweigungen liegen noch ausserhalb des Organs. Die feineren Zweige dagegen durchbrechen die innere Organhülle und gelangen so in das Innere des Organs.

Hier setzen nun meine eigenen Untersuchungen ein.

Es gelang mir, die innerhalb des Organs verlaufenden Nervenstämmchen aus den mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Organstücken in ganzer Ausdehnung bis gegen die Platten hin zu isoliren. Fig. 46—48 auf Tafel V zeigen isolirte Nervenendbäumchen. Man sieht, dass sich die Nerven weiter und weiter zerlegen, bis die Endreiser gebildet sind. Die Art der Verzweigung ist dichotomisch, nicht selten auch dreifach; eine vierfache Theilung, welche BILHARZ erwähnt, mag vorkommen, sie ist mir aber nicht aufgestossen. Bisweilen sind die dichotomischen Theilungen einander sehr genähert, so dass dadurch eine vierfache Theilung der Nervenfaser vorgetäuscht werden kann. Plexusartige, gegenseitige Verbindungen der Nerven habe ich niemals gesehen.

Wie BILHARZ (26) entdeckt hat, geht je ein Endnerv zu je einer Platte. Dieser Autor sah aber den Plattenstiel noch als directe Fortsetzung des Nerven an.

Auch ich konnte ausnahmslos feststellen, dass die einzelne Platte stets nur einen einzigen Endnerven erhält[1]). Dieser Endnerv geht nun ohne Ausnahme zu dem Endknopf des Trichterstiels. Dort, wo beide zusammenstossen und wo wir die Nervenendigungen antreffen werden, kommt es ganz constant zur Ausbildung einer spindelförmigen Anschwellung, welche in den Zupfpräparaten meist sehr auffällig wird.

In den Präparaten, von welchen die Figuren 46—48 entnommen sind, waren in Folge des Zerzupfens alle Platten abgerissen, was sehr leicht einzutreten pflegt; nur die Trichterstiele (*TS*) befanden sich noch im Zusammenhang mit den Endnerven (*EN*). Der Bruch war an der oben geschilderten prädisponirten Stelle erfolgt. Man erkennt in den Figuren, dass dem Ende je eines Endnerven (*EN*) dort, wo die Spindel-Anschwellung (*Sp*) in die Erscheinung tritt, je ein Trichterstiel (*TS*) aufsitzt, etwa wie Blüthenknospen auf ihren Blüthenstielen.

Dieses Bild wird noch treffender, wenn wir einen Blick auf die Fig. 17 der Tafel I und auf die Fig. 44 der Tafel V werfen. Hier war es mir gelungen, den Zusammenhang mit den Platten selbst noch zu erhalten. In meiner vorläufigen Mittheilung über die Nervenendigungen im *Malopterurus*-Organ hatte ich hierüber gesagt (20, p. 89): „Derartige Bilder erscheinen überaus zierlich, elegant und leicht, ich möchte sagen: blumenhaft; die Platten sitzen mit ihren Stielen an den Nervenendreisern, wie entfaltete Blumencorollen an ihren Blüthenstielen, während die spindelförmige Anschwellung an Kelch und Fruchtknoten erinnert.“ Dass diese Schilderung nicht zu phantasiereich gewesen ist, beweisen wohl die genannten Abbildungen.

---

1) Vgl. den Nachtrag Capitel IV.

Gehen wir nun auf die Nervenendverzweigungen mit ihren Nervenendigungen ein und sehen wir uns zunächst die Zusammensetzung der Nerven etwas näher an!

Sehr instructiv waren hier wieder die Zupfpräparate des mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Materials. Gefärbt (Hämatoxylin, Eosin) und in Balsam untersucht, liessen sie auch mit Bezug auf die Nerven manches Wesentliche erkennen. Als ich im vorigen Jahre meine Beobachtungen über die Nervenendigungen in einer kurzen Mittheilung im Anatomischen Anzeiger (20) veröffentlichte, hatte ich die Zupfpräparate noch nicht mit starken Systemen studirt und stützte meine Mittheilungen vorwiegend auf die Befunde an den GOLGI-Präparaten. Es gelingt aber, an den Zupfpräparaten hinsichtlich der Nervenendigung fast ebenso weit, in anderen Beziehungen noch beträchtlich weiter zu kommen, als an jenen. Ich will daher bei meiner Schilderung von diesen Zupfpräparaten ausgehen und damit sodann die Befunde an den GOLGI-Präparaten vergleichen.

Die gröberen Nervenstämmchen innerhalb des Organs besitzen noch eine dicke Bindegewebshülle, an welcher sich zwei schon von BILHARZ (26) gesehene Schichten unterscheiden lassen, eine äussere und eine innere. Siehe in Fig. 49 auf Tafel V bei *ANH* äussere, bei *JNH* innere Schicht der Nervenhülle.

Die äussere Schicht (*ANH*) setzt sich aus lockerem, von groben Bündeln gebildetem Bindegewebe zusammen, dessen Lagen sich leicht von einander trennen lassen. Zwischen den Bündeln werden nur spärliche Zellen gefunden. Die fibrilläre Masse dieser Schicht hatte sich in meinen Präparaten leicht rosa gefärbt.

Von der äusseren Schicht setzt sich die innere (*JNH*) ziemlich scharf ab, sowohl durch ihre Structur und ihren Reichthum an Zellen, als auch durch ihre Färbung. Sie besteht aus zarterem, feinfaserigem Bindegewebe, dessen concentrische Lagen dicht an einander liegen. Die oberflächlichen Bindegewebslamellen ziehen mehr geradlinig in der Verlaufsrichtung des Nervenstammes; die inneren folgen den noch zu besprechenden Biegungen und Knäuelungen der von ihnen eingeschlossenen Nervenfaser. Zwischen den Bindegewebslagen dieser Schicht oder denselben anliegend finden sich zahlreiche Zellen, deren Kerne sich in meinen Präparaten intensiv gefärbt hatten, während ihr Protoplasmaleib nicht immer zu sehen war. Siehe Fig. 49 auf Tafel V. Grösse und Form der Kerne variiren; die letztere ist rund, länglich, abgeplattet oder auch bisweilen nierenförmig. An der Oberfläche dieser inneren Schicht oder innerhalb ihrer oberflächlichsten Lage befinden sich gleichfalls platte Zellen. Ob ein Theil dieser Kerne und Zellen endothelialen Schichten angehört, wie sie zuerst von WIENSKY und dann von RETZIUS [1]) und KEY in der Perineuralscheide der markhaltigen Nerven beschrieben worden sind, vermag ich an meinen Präparaten nicht zu entscheiden.

An der Grenze zwischen äusserer und innerer Schicht habe ich in den GOLGI-Präparaten bisweilen einen bräunlichen, dünnen, membranartigen Niederschlag gesehen. Auch M. SCHULTZE (260) erhielt hier in Präparaten, welche längere Zeit in Sublimat gelegen hatten, derbfaserige Niederschläge (260, Fig. 7 auf Tafel I), welche er für präformirte Faserbildungen zu halten geneigt war, die aber schon von HARTMANN und BABUCHIN gewiss mit Recht als Artefacte erklärt sind.

Das dichtere Gefüge der inneren Schicht im Verein mit ihrem Reichthum an Kernen bedingt wohl hauptsächlich ihre dunklere Färbung, wodurch sie sich von der äusseren, adventitiellen Bindegewebsschicht meist recht deutlich abhebt; auch schon am ungefärbten Präparat ist der Unterschied zwischen den beiden Schichten sichtbar. Die Färbung der inneren Hüllschicht ist aber nicht ganz gleichmässig. Vielmehr sehe ich regelmässig in den gefärbten Zupfpräparaten innerhalb der etwas dickeren Nervenstämmchen eine hellere Zone (*JL* der Fig. 49) in unmittelbarer Nachbarschaft des Nervenfadens (*N* der Fig. 49), welche sehr zartstreifig erscheint und sich von der peripherischen, dickeren, dunkleren Zone der inneren Schicht auch ziemlich deutlich abhebt. Um nicht unnöthig zu compliciren, wollte ich diese Zone (*JL*) nicht als besondere Schicht aufführen. Sie entspricht wohl entweder ganz oder doch zum Theil der „Fibrillenscheide" oder „Endoneuralscheide" im Sinne von RETZIUS [1]).

1) G. RETZIUS, Was ist die HENLE'sche Scheide der Nervenfasern? Anatomischer Anzeiger, Bd. XV, No. 9, p. 140.

In den äusseren Lagen der Bindegewebshülle verlaufen Capillaren.

Diese Nervenscheiden machen nun alle Theilungen der Nervenfaser mit und werden dabei allmählich dünner. Vgl. z. B. Fig. 46—48 auf Tafel V. Besonders ist es die innere Schicht, welche an Masse verliert. In den feineren Nervenästen sind daher auch weniger Kerne. Immerhin besitzen auch die feineren Nerven noch eine ganz ansehnliche Hülle. Wie sich die Bindegewebsschichten am Endnerven und an der Spindelanschwellung verhalten, soll noch besonders besprochen werden.

Die innerste Schicht der Hülle umschliesst nun den relativ feinen, einfachen Nervenfaden, der, wie ein gewöhnlicher Nerv, aus einem Axencylinder, einer dünnen Markscheide und einem Neurolemm (SCHWANN'scher Scheide) besteht. Das Mark der Markscheide war an den mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Präparaten unregelmässig geronnen und dadurch in seinen Contouren zackig und eingebuchtet. In Folge dessen waren an den gröberen Nervenstämmen auch die RANVIER'schen Einschnürungen verwischt und nicht mehr deutlich zu unterscheiden (*N* in Fig. 49 auf Tafel V). Nur an wenigen Stellen der dickeren Nerven war es noch möglich, etwas von den Einschnürungen zu sehen: sie begrenzten längere Segmente, und jedem Segment schien immer nur ein Zellkern des Neurolemms anzugehören. Osmium-Präparate standen mir nicht zur Verfügung, um diese Verhältnisse genauer feststellen zu können [1]). In den feineren Nerven, besonders in den Endnerven, waren dagegen, wie wir sehen werden, die Einschnürungen auch in den Präparaten aus MÜLLER'scher Lösung noch sehr gut conservirt. An den Theilungsstellen der Nervenfaser bestanden natürlich immer Markunterbrechungen.

Eigenthümlich ist nun der Verlauf der Nervenfaser innerhalb ihrer Hüllen. Wie sich schon an den Macerationspräparaten gut feststellen lässt, verläuft sie selten geradlinig, sondern in bei weitem der Mehrzahl der Fälle wellenförmig [2]) oder auch spiralig gebogen. Fig. 46—48 auf Tafel V. Die Biegungen können so ausgeprägt sein, dass kleine Schlingen oder Achtertouren entstehen oder die Nervenfaser auf kurze Strecken eine rückläufige Richtung einschlägt. Auch Aufknäuelungen des Nerven können stattfinden, so dass förmliche Nervenconvolute, wenn auch seltener, im Verlaufe des Nerven gefunden werden. Siehe bei *AK* in Fig. 46 auf Tafel V. Die kleinen Unregelmässigkeiten liegen innerhalb der äusseren Bindegewebsscheiden der Nervenhülle, so dass diese davon nicht berührt werden, sondern glatt oder nur wenig eingebogen darüber hinwegziehen. Vgl. Fig. 49 auf Tafel V. Nur bei grösseren Verschlingungen werden sie mit in Anspruch genommen. Biegungen und Achtertouren kommen besonders an den Theilungsstellen der Nervenfaser vor. Auch laufen die Theiläste der Nervenfaser wohl noch eine Strecke weit innerhalb der Nervenscheiden neben einander, um sich dann erst zu trennen, und, mit einer eigenen Nervenhülle versehen, weiter zu ziehen, wie schon HARTMANN (141) beobachtet hat. Die äusserliche Theilung der Nerven an den Nervenendbäumchen fällt also nicht immer zusammen mit der Theilung der Nervenfaser selbst.

---

1) Siehe den Nachtrag Capitel IV.

2) FRITSCH hat an den ausserhalb des elektrischen Organs gelegenen Nervenverzweigungen und am Stamm des Nervus electricus selbst auf Längsschnitten Windungen der Nervenfaser innerhalb der gemeinschaftlichen Hülle gesehen, erklärt dieselben aber zum Theil für Kunstproduct. L. c. p. 71 heisst es darüber: „Solche Schnitte zeigten gelegentlich auch eine Besonderheit des Axencylinders, welche zwar unzweifelhaft auf den Einfluss der Präparation zurückzuführen ist, dessenungeachtet aber nicht ohne Bedeutung erscheint, da aus der Beobachtung Rückschlüsse auf die Natur des Axencylinders gemacht werden können. Man sieht nämlich an Präparaten, die von dem frischen Thier in der Weise hergestellt sind, dass die Schädelkapsel herauspräparirt, oben eröffnet und das Stück in toto unter Anwendung von Jodalkohol und doppeltchromsaurem Kali erhärtet wurde, den Axencylinder zuweilen innerhalb der Markscheide am Stamm des Nerven in engen Windungen aufgerollt. Offenbar ist diese Erscheinung so zu erklären, dass der nahe seinem Anfang durchschnittene Axencylinder sich unter der schrumpfenden Wirkung des Alkohols in die Scheide zurückgezogen und in Spiraltouren gelegt hat." Auf Tafel VI in Fig. 20 (l. c.) ist der Längsschnitt eines Hauptastes des ausserhalb des Organs gelegenen elektrischen Nerven mit einem stark gewundenen Nebenast in theilweise gemeinsamen Scheiden dargestellt. Im Text (l. c. p. 72) heisst es darüber: „Das in der Abbildung vorliegende Präparat stammt aus einer Stelle des Nerven, welche dem Eintritt ins Organ sehr nahe liegt, und ich glaube schon jetzt nach Lupenvergrösserung constatiren zu können, dass an den Theilungen der Endäste so starke Krümmungen nicht vorkommen." Dass die letztere Angabe von FRITSCH nicht zutrifft, geht aus meiner obigen Schilderung hervor.

Am auffälligsten werden die geschilderten Unregelmässigkeiten im Verlauf der Nervenfaser an dem Endnerven, d. h. auf der Strecke zwischen der letzten Nerventheilung und dem Endknopf des Trichterstiels.

Nur selten kommt es vor, dass die Nervenfaser diese Strecke völlig geradlinig zurücklegt, ich möchte sagen, das ist eine Ausnahme.

Schon äusserlich zeigt der Endnerv häufig Schlängelungen. Besonders in den Pikrinsäure-Macerationen kam das zur Beobachtung: der oft geschlängelte Endnerv war hier an der Hinterseite der isolirten Platte in situ fixirt und nicht selten bis zu seinem Ursprung erhalten. Vgl. Fig. 5, 6, 8, 11, 15, auch Fig. 17 der Tafel I.

Noch mehr aber gilt das für die Nervenfaser innerhalb der Nervenhüllen selbst. Auch wenn der Endnerv bei schwächeren Vergrösserungen ganz geradlinig erscheint, so kann man doch gewöhnlich Unregelmässigkeiten im Verlauf der markhaltigen Nervenfaser im Endnerven feststellen, wenn man diese bei stärkerer Vergrösserung innerhalb ihrer Nervenhülle aufsucht. Vgl. *EN* in Fig. 46—48 mit Fig. 45, 50, 51, 52 und 54 auf Tafel V.

Fast immer verläuft die Nervenfaser im Endnerven in Schlängelungen, welche besonders ausgeprägt dicht hinter dem Endknopf werden. Hier bildet die Nervenfaser gewöhnlich weite, niedrige Spiraltouren, welche durch einander laufen können und gewöhnlich ein förmliches Nervenknäuel zu Stande bringen. Fig. 50, 51, 52. Auch rückläufige Schlingen sind hier nicht selten. Fig. 45. Die Windungen können spärlich oder zahlreicher sein. Bisweilen sind sie so zahlreich und so verschlungen, dass es auch bei sorgfältigster Untersuchung mit Hilfe der Mikrometerschraube nicht möglich ist, den Knäuel optisch auch nur einigermaassen zu entwirren.

Manchmal lässt sich an den Zupfpräparaten schon wahrnehmen, dass innerhalb des Knäuels oder nahe an demselben eine Theilung der Nervenfaser stattfinden muss. In Folge des verwickelten Nervenverlaufes ist das Bild der Theilung aber gewöhnlich nicht recht klar. Hier zeigen die Imprägnationen nach der GOLGI'schen Methode, wie wir sehen werden, mehr.

Die Aufknäuelung der Nervenfaser dicht hinter dem Endknopf bedingt hier naturgemäss eine Verdickung, um so mehr, als sich die innersten Lagen der inneren Hüllschicht an der Aufknäuelung betheiligen und den Nervenendfaden bis an den Endknopf begleiten. Die äusseren Lagen der inneren Nervenhülle dagegen, ebenso wie die ganze äussere, lockere Bindegewebshülle streichen darüber hinweg und gehen direct zum Endknopf und von da auf den Trichterstiel über, diese beiden mit einer inneren und äusseren Bindegewebshülle versehend. Zwischen den Bindegewebslagen befinden sich auch hier zahlreiche Zellen mit Kernen von verschiedener Grösse und Form, wie oben schon bei Besprechung der Nervenhüllen geschildert.

Hierdurch entsteht im Verein mit dem Endknopf des Trichterstiels eine fast immer sehr deutliche Anschwellung, deren vorderer Theil von dem Endknopf, deren hinterer Theil von dem Nervenknäuel gebildet wird. Diese schon oben genannte Anschwellung ist an den isolirten Nervenendstämmchen des *Malopterurus*-Organs eine sehr charakteristische und auffällige Bildung, wie ein Blick auf die Figuren der Tafel V zeigt. Vgl. auch Fig. 17 auf Tafel I. Ihre Form ist mehr oder weniger spindelförmig, oft langgezogen oder auch mehr gedrungen, nur sehr selten erschien sie kugelig. Siehe *Sp* in den Figuren 45, 46—48, ferner 50—54. Vgl. auch Fig. 17 auf Tafel I. Ihre Grösse hängt von der Ausbildung des Nervenknäuels ab. Aber auch dann, wenn der Nerv ganz geradlinig an den Endknopf geht (Fig. 53), ist noch eine Verdickung vorhanden, welche in diesem Falle hauptsächlich durch den Endknopf (*EK*) verursacht wird; eine geringe Vermehrung der zelligen Elemente mag auch dazu beitragen.

Nur einmal habe ich gesehen, dass der Knäuel nicht am Endknopf sass, sondern sich gewissermaassen verfrüht schon an der letzten Theilungsstelle des Nerven ausgebildet hatte; aber auch in diesem Falle war eine Spindel zu erkennen. Es kann auch der Fall eintreten, wenn auch recht selten, dass sich der Endnerv schon auf halbem Wege in der Knäuelbildung verausgabt, so dass für die Stelle hinter dem Endknopf nur wenig mehr übrig bleibt und hier nur eine secundäre kleine Spindel gefunden wird. Vgl. in Fig. 48 links unten. Recht

häufig dagegen ist es, dass sich der Endnerv in seiner ganzen Länge zu einem Knäuel aufwickelt. Alsdann sitzt der Endknopf des Trichterstiels mit seiner Platte durch Vermittelung des Knäuels dem Nervenbäumchen dicht an. Siehe an den isolirten Nervenendbäumchen der Figuren 46 und 48 bei *K*; *EN* bedeutet den Endnerv, *Sp* die Spindelanschwellung, *TS* den Trichterstiel; die Platten sind an diesen isolirten Nervenpräparaten allerdings sämmtlich von ihren zugehörigen Stielen abgebrochen; siehe oben. Wenn die beiden Endnerven einer dichotomischen Endtheilung dieses Schicksal erleiden, so stossen die Knäuel resp. die Spindelanschwellungen in der Axel unmittelbar an einander. Siehe in Fig. 48 bei K_1. Dann entstehen Verästelungsbilder, welche an den Habitus der Mistel erinnern. Bei gewöhnlicher Spindelbildung sind die beiden Endäste je einer dichotomischen Endtheilung gewöhnlich ungleich lang.

Ausser durch die Form fällt die Spindelanschwellung auch durch ihren Reichthum an Kernen auf. Siehe Fig. 44—48, 50—54 der Tafel V. Diese Kerne sind von verschiedener Grösse, verschiedener Form und verschiedener Herkunft. Sie gehören zum grössten Theil den Bindegewebszellen der Nervenhülle an, deren innerste Lagen, wie oben erwähnt, die Spiralwindungen der Nervenfaser mitmachen; je zahlreicher die Windungen in einem Knäuel, um so grösser wird also auch sein Kernreichthum sein. Dazu kommen, dem Endknopf aufgelagert, später noch zu besprechende Zellen, sodann der grosse Plattenkern im Endknopf selbst (PK_1 der Figuren). Schliesslich müssen die Kerne der markhaltigen Nervenfaser selbst und die der Nervenendigung genannt werden (siehe diese weiter unten).

Die markhaltige Nervenfaser der Endverzweigungen hat sich nun insofern verändert, als ihre Marksegmente zwischen den Ranvier'schen Einschnürungen, je weiter gegen den Endknopf hin, um so deutlicher und kürzer geworden sind. Wie oben schon ausgeführt, waren die Schnürringe an den dickeren Nerven in den Zupfpräparaten aus Müller'scher Lösung verwischt und nicht mehr genau abzugrenzen; nur die Kerne des Neurolemms waren an ihnen in grösseren Abständen noch zu erkennen. Um so bemerkenswerther ist es, dass ganz besonders im Endnerv die Ranvier'schen Einschnürungen in eben diesen Präparaten ausserordentlich deutlich hervortraten. Vgl. Fig. 49, ein Stück eines dickeren Nerven, mit den Fig. 50—54 der Tafel V, in denen im unteren Theil der Figuren unterhalb der Spindelanschwellung die letzten Abschnitte der Endnerven zu sehen sind. Wie die Figuren 45 und 50—54 zeigen, begrenzen die Einschnürungen hier kurze markhaltige Nervenstücke (*S* der Figuren), von denen ein jedes mit einem intensiv färbbaren, rundlichen, etwas abgeplatteten Kern versehen ist. Diese Stücke (*S*) werden besonders in der Nähe der Spindelanschwellung und innerhalb derselben kurz und nehmen hier, ich möchte sagen, einen ausgesprochen zelligen Charakter an. Ihre Länge beträgt in der Nähe des Endknopfes 0,013—0,020 mm. Soweit als die Markscheide reicht, ist jedes Segment blassbläulich gefärbt. In den Ranvier'schen Schnürringen ist der kaum gefärbte, von den zarten Neurolemmcontouren umgebene Axencylinder nur schwer zu erkennen.

In allen Präparaten konnte festgestellt werden, dass die stark segmentirte, markhaltige Nervenfaser des Endnerven bis an den Endknopf des Trichterstiels herangeht. Fig. 45 und 50—54 der Tafel V; *LS* das letzte mark- und kernhaltige Nervensegment. Gewöhnlich reicht sie bis an seine Hinterfläche, in einigen Fällen sah ich sie sogar bis an die Seitenfläche des Endknopfes hinaufsteigen. Besonders deutlich liess sich an ungefärbten Zupfpräparaten aus Müller'scher Lösung, welche in Wasser oder auch in verdünntem Glycerin untersucht wurden, sehen, dass die Nervenfasern in dem Knäuel bis an den Endknopf heran noch markhaltig sind; die durch die Behandlung unregelmässig zackig gewordene, gelblich-glänzende Markmasse der Segmente zwischen den Einschnürungen war leicht zu erkennen. Vgl. in Fig. 54, welche aus einem ungefärbten, in verdünntem Glycerin untersuchten Präparat entnommen wurde, bei *S* die der Länge nach sichtbaren, markhaltigen, zwischen den Einschnürungen gelegenen Nervensegmente im Endnerv und in der Spindelanschwellung; bei *Q* optische Querschnitte durch solche markhaltigen Segmente im Bereich der Spindelanschwellung. Die letztere besass in diesem

Falle einen sehr verschlungenen Nervenknäuel, dessen Windungen bei der angewandten starken Vergrösserung durch Zeichnung im Zusammenhang wiederzugeben, an diesen Präparaten nicht möglich ist.

Was wird nun aus diesen markhaltigen Nervenfasern am Endknopf?

Die Beantwortung dieser Frage ist nicht leicht und hat mir viele Mühe gemacht.

Auch hierüber gaben schon die Zupfpräparate des mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Materials Aufschluss. Allerdings waren die ungefärbten, in Wasser oder Glycerin untersuchten Präparate hierzu weniger geeignet, da die Bindegewebsmassen mit ihren Zellen und Kernen am Endknopf die Beobachtung sehr erschwerten. Um so brauchbarer erwiesen sich die mit Hämatoxylin und Eosin tingirten und in Canadabalsam eingeschlossenen, vollständig isolirten Nervenendbäumchen, an denen man sich horizontal ausgebreitete, ganz frei liegende Spindelanschwellungen aufsuchen muss, wie sie z. B. Fig. 46—48 in grosser Zahl darbieten.

In diesen Präparaten fand ich nun an der Hinterfläche des Endknopfes eine eigenthümliche, im Einzelnen schwer zu definirende Zeichnung, welche keinem Endknopf fehlte. Vgl. auf Tafel V Fig. 50—54 bei *NEG* am Endknopf (*EK*); desgleichen auf Tafel VII Fig. 74—79. Dieselbe bestand aus hellen, im optischen Querschnitt kreisrunden oder leicht abgeplatteten, unregelmässig buckeligen, wie geronnen aussehenden Bälkchen, welche in kurzen Windungen hier verliefen und bald frei endigten. Die Bälkchen waren in die Substanz des Endknopfes tief eingedrückt, hoben sich von der letzteren aber durch eine scharfe Grenzlinie ab. In Folge dessen erschien die Oberfläche des Endknopfes dort, wo die Bälkchen lagen, sehr uneben. Vgl. auch Fig. 18 auf Tafel I, wo die Bälkchen in der Zeichnung fortgelassen sind. Hierdurch und überhaupt durch ihr ganzes Aussehen erinnerten sie sehr an die Querschnittsbilder der von mir bei *Raja clavata* an fixirten Präparaten beschriebenen Nervenendigungen. Gegenseitige Verbindungen dieser kurzen, stumpfen Aestchen habe ich nicht gesehen. Sehr häufig reichten sie von der Endfläche des Endknopfes auf dessen Seitenflächen hinauf, wenn auch nicht weit; jedenfalls überschritten sie niemals den Bereich des Endknopfes. Stets waren sie in festem Zusammenhang mit dem Endknopf; niemals habe ich gesehen, dass sie sich davon abgelöst hatten, auch wenn die übrige Masse der spindelförmigen Anschwellung sich von dem Endknopf in Folge von Schrumpfung retrahirt hatte.

Im optischen Querschnitt sind die hellen Bälkchen deutlich von einer zarten Grenzlinie, wohl dem Ausdrucke einer sehr zarten Hülle, umgeben. Besonders an der freien, der Anheftung entgegengesetzten Seite der Bälkchen ist diese Begrenzung deutlich, hier finden sich constant 2—4 Kerne; in den meisten Fällen sind es 2. Diese Kerne färben sich intensiv, sind klein, rundlich oder etwas abgeplattet und erinnern dadurch an die Kerne des Neurolemms der herantretenden Nerven. Siehe die Kerne bei *NEK* in den Figuren 50—54 auf Tafel V; ebenso bei *NEK* in den Figuren 74—79 auf Tafel VII. Nicht selten sah ich nun von der Umgebung dieser Kerne eine dunkler gefärbte, spärliche, protoplasmaartige Masse ausgehen, welche der Aussenfläche der Bälkchen dicht anlag. Siehe Fig. 74—78. Stets lagerten die Kerne an der Aussenfläche der Bälkchen, so dass sich die letzteren zwischen den Kernen und der Substanz des Endknopfes befanden. Fig. 50—54, 74—79.

Diese Zeichnung darf nicht verwechselt werden mit den Zellen, welche in grösserer Zahl dem Elektrolemm im Bereiche des Stiels äusserlich anliegen und seiner bindegewebigen Hülle angehören. Siehe *JBZ* in Fig. 51—53 auf Tafel V und Fig. 79 auf Tafel VII. Im Protoplasma dieser Zellen bilden sich nicht selten, jedenfalls durch die Einwirkung des Reagens (MÜLLER'sche Lösung), grössere, helle Vacuolen, welche in ihrem Aussehen an die hellen Bälkchen erinnern können. Vgl. Fig. 95—98 auf Tafel VII. Auch am Endknopf finden sich meist ein paar von diesen Zellen und zwar oberhalb (nach vorn) der Bälkchen, können hier aber auch fehlen. In Fig. 79 haben sie sich abgelöst (*JBZ*, *JBZ*). Auf diese Zellen komme ich bei Schilderung der Bindesubstanz des elektrischen Organs noch zurück.

Von vornherein vermuthete ich, dass die geschilderte Zeichnung am Endknopf die Nervenendigung sei. Es kam darauf an, ihren Zusammenhang mit den Endnerven festzustellen. Das war in diesen Präparaten nicht

so leicht. Allerdings liessen sich die markhaltigen Endnerven fast immer bis in die unmittelbare Nähe der Zeichnung am Endknopf verfolgen. Bei der Schwierigkeit der Beobachtung in dieser Gegend mit stärksten Vergrösserungen war ein directer Uebergang aber meist nicht zu erkennen, zumal der Axencylinder sich so gut wie nicht färbte. Mehrmals habe ich den Uebergang aber doch gesehen und zwar so deutlich, wie ich es nur erwarten konnte. Das geschah an solchen, für diese Beobachtung besonders geeigneten Spindelanschwellungen, in welchen der Endnerv nur in geringem Maasse aufgeknäuelt war oder ganz geradlinig und womöglich ungetheilt zum Endknopf ging und in welchen sich der Endknopf in Folge von Schrumpfung ein wenig von der Nervenmasse zurückgezogen hatte. Alsdann war zwischen dieser und dem Endknopf ein kleiner heller Spaltraum entstanden, welcher eine genauere Beobachtung zuliess.

An solchen Stellen habe ich gesehen, dass aus dem vorn bisweilen ein wenig zugespitzten, ganz in der Nähe der hellen Zeichnung am Endknopf befindlichen Endsegment des markhaltigen Nerven ein kurzer, dünner, ungefärbt gebliebener Axencylinder heraustrat und alsbald unter Verbreiterung direct zu einem hellen Bälkchen wurde. Die Fig. 51—53 auf Tafel V zeigen derartige günstige Stellen. *NEG* ist die Nervenendzeichnung am Endknopf, deren Kerne bei *NEK* an ihrer Aussenfläche sichtbar sind. Bei *SR* ist der durch Retraction des Gewebes entstandene helle Spaltraum, in welchem das vorderste, markhaltige Segment (*LS*) des (hier ungetheilten) Endnerven sehr deutlich geworden ist; man sieht den Zusammenhang zwischen ihm und der Nervenendzeichnung.

Ob Form und Aussehen der Nervenendigungen in diesen Präparaten den natürlichen Verhältnissen entsprechen, ist eine andere Frage, welche wohl kaum in bejahendem Sinne zu beantworten ist. Denn die Behandlung mit MÜLLER'scher Lösung ist sicherlich nicht geeignet, so zarte Nervenendigungen einigermaassen naturgetreu zu conserviren. An Osmiumpräparaten konnte ich meine Befunde nicht controliren. Meine mit der GOLGI'schen Chromsilber-Methode erhaltenen Resultate werde ich sogleich schildern. Jedenfalls aber waren die Zupfpräparate aus MÜLLER'scher Lösung schon hinreichend, um über den Sitz und die Ausdehnung der Nervenendigungen sicheren Aufschluss zu geben.

Alle die obigen, an den Zupfpräparaten gemachten Beobachtungen über den Verlauf der Nerven und über die Nervenendigungen wurden nun nach jeder Richtung hin durch die GOLGI-Präparate bestätigt. Manche Verhältnisse, welche jene nicht oder nur mit Mühe oder unvollkommen erkennen liessen, zeigten die GOLGI-Präparate mit grosser Schärfe auf den ersten Blick, so dass ich durch sie wesentliche Ergänzungen erhielt.

Unter dem von Herrn Collegen G. MANN mir übersandten Material befanden sich mehrere Stücke, welche nach der sogenannten schnellen GOLGI'schen Methode mit Osmium-Kalium-bichromicum-Lösung und 0,75-proc. Argentum-nitricum-Solution in bekannter Weise behandelt waren. In der Silberlösung hatten sie 2 Jahre gelegen, bis ich ihre Bearbeitung ausführte. Ihr Erhaltungszustand war ein sehr guter, die Färbungen erwiesen sich als gut ausgeprägt und scharf. Störende Niederschläge waren wenig vorhanden. Ich habe davon eine sehr grosse Anzahl von Präparaten angefertigt und dieselben mit Oel-Immersion sogleich nach ihrer Herstellung unter dem Deckglase untersucht. Die elektrischen Nerven hatten sich gefärbt, merkwürdigerweise, muss ich sagen, da sie ja markhaltig sind und markhaltige Nerven sich für gewöhnlich nicht nach der GOLGI'schen Methode imprägniren lassen. Es waren aber im elektrischen Organ des Zitterwelses nur die feineren Endbäumchen mit den Endigungen imprägnirt, nicht die gröberen Stämme. An den RANVIER'schen Einschnürungen wurde die Silberimprägnation häufig unterbrochen, besonders im Verlaufe der Endnerven.

Ausser den feineren Verzweigungen der elektrischen Nerven mit ihren Endigungen waren nur noch die Gefässnerven und bestimmte, ausserhalb der Platte gelegene Zellen gefärbt — sonst nichts, weder das feine Netzgerüst in den Elektroplaxen, noch ein einziges Stäbchen.

Die Organstücke, welche bis zu der von mir vorgenommenen Bearbeitung in dem Osmium-Kalium-

bichromicum-Gemisch (Liste No. 6 auf p. 16) gelegen hatten und von mir mit Argentum nitricum behandelt wurden, ergaben keine Imprägnation mehr, auch nicht bei wiederholter Behandlung nach GOLGI. Auf den Rath von Herrn Collegen G. MANN benutzte ich für die GOLGI-Methode ferner noch Stücke von dem mit anderen Reagentien, z. B. Formol, Formol-Kalium-bichromicum u. s. w. fixirten Material, indem ich dieselben zuerst zur Oxydation auf 24 Stunden der Einwirkung 1-proc. Chromsäure aussetzte und sodann der Behandlung nach GOLGI unterwarf. Aber alle diese Versuche führten zu keinem Resultate.

Auf Tafel VI habe ich in den Figuren 55—73 eine Anzahl von Silber-Imprägnationen nach GOLGI abgebildet. Die Zeichnungen sind nach Zeiß, Apochr. homog. Immersion 3 mm, Apert. 1,40, Compensations-Ocular No. 12 hergestellt und bei der Reproduction um $^1/_4$ verkleinert. Die Schnitte wurden freihändig angefertigt.

In allen Figuren der Tafel VI wurden die Nerven mit ihren Endigungen dunkel angegeben, sowie sie in den Präparaten erschienen. Auf den ersten Blick fallen die Windungen der Nervenfaser innerhalb ihrer Hüllen auf. An manchen hatten sich die RANVIER'schen Schnürringe noch erhalten (z. B. Fig. 56, 57, 58, 59, 66, 69), ja sogar die Kerne der Nervensegmente konnten hier und da deutlich erkannt werden (Fig. 56 und 57). Jedenfalls war aber die Erhaltung der RANVIER'schen Schnürringe keine vollständige, meist waren sie durch Incrustation verdeckt. Dabei ist mit Bezug auf die Wiedergabe der Windungen und Aufknäuelungen der Nerven hervorzuheben, dass bei der angewandten starken Vergrösserung natürlich immer nur einzelne Abschnitte derselben sichtbar waren und ihr Verlauf und ihre Zusammensetzung, besonders in den Nervenknäueln, immer nur unter sorgfältiger und ausgiebiger Benutzung der Mikrometerschraube festgestellt werden konnte. In den Zeichnungen wurde nun die Gesammtheit der Windungen in die Ebene der Zeichnung projicirt eingetragen, wobei die höher gelegenen Theile dunkler gehalten wurden, um die Plastik der Windungen etwas hervortreten zu lassen. Dabei ist indessen zu beachten, dass, besonders an den Nervenendigungen, die Imprägnationen oft ungleich ausgefallen waren, so dass ein Theil intensiv dunkel, ein anderer nur schwach bräunlich gefärbt war.

In den Figuren 55—71 bedeuten nun *EN* den Endnerven je einer Platte; *Sp* die Spindelanschwellung; *TS* den Trichterstiel; *EK* seinen Endknopf; PK_1 den Plattenkern des Endknopfes; *ANH* die äussere, lockere Schicht der bindegewebigen Nervenhülle; *JNH* ihre innere Schicht; *ATSH* die äussere, lockere Schicht der bindegewebigen Hülle des Endknopfes und des Trichterstiels; *JTSH* ihre innere Schicht. Man sieht, dass sich von der Nervenhülle die äussere Schicht ganz (*ANH*) und von der inneren (*JNH*) die peripherischen Bindegewebslagen auf den Endknopf und den Trichterstiel (als *ATSH* und *JTSH*) direct fortsetzen. Zwischen der inneren Schicht der Stielhülle (*JTSH*) und der Oberfläche des Stiels ist in Folge von Schrumpfung der Stielsubstanz nicht selten ein heller Spaltraum sichtbar.

Für die Bestimmung der Lage der Nervenendigungen war es äusserst vortheilhaft, dass sich die Trichterstiele leicht hell-bräunlich gefärbt hatten und dadurch in den Schnitten meist deutlich herauszukennen waren, während sich die Platten selbst nicht färbten und meist ganz hell erschienen. Die Bräunung wurde dadurch hervorgerufen, dass sich feinkörnige Niederschläge zwischen den Bindegewebszügen der inneren Hüllschicht des Trichterstiels ausgefällt hatten. Die schwach-braune Färbung setzte sich gewöhnlich von dem Trichterstiel auch auf die innere Hüllschicht der Nerven fort, so dass die Nervenfasern jederseits von einem leicht gelb-braunen Saume umgeben waren und dadurch um so deutlicher hervortraten. Bei mittlerer Einstellung war meist noch der Trichterstiel gut zu erkennen; auch seine Kerne (*PK* der Figuren) konnten, wenn auch bei der starken Aufhellung in Balsam gewöhnlich nur mit Mühe, wahrgenommen werden. Die Figuren 56, 58—60, 63 (unten), 64, 66, 69 sind mit Bezug auf den Trichterstiel und den Endknopf so gezeichnet, dass sie die mittlere Einstellung vorführen und den Endknopf und das hinterste Ende des Trichterstiels mit den Plattenkernen zeigen; die Hinterfläche des Endknopfes war indessen in den GOLGI-Präparaten sehr oft undeutlich und kaum abzugrenzen.

In den Figuren 55, 57, 61, 62, 63 (oben), 65, 67 und 68 ist der Endknopf nicht gezeichnet, weil er nicht so recht deutlich war und durch die braune Bindegewebsscheide verdeckt wurde.

Analysiren wir nun die mit der GOLGI'schen Methode erhaltenen Bilder der Tafel VI näher!

In Fig. 66 ist ein ganzes Nervenendbäumchen imprägnirt. Bei T theilt sich die Stammfaser; die beiden gewundenen Theiläste verlaufen noch eine Strecke neben einander, um sich dann erst zu trennen. Der eine Zweig, welcher allein ausgezeichnet wurde, theilt sich noch zweimal. An diesen Theilstellen ist bei T_2 eine rückläufige Schlinge, bei T_3 eine achtförmige Aufknäuelung der einen Theilfaser zu sehen. Aehnliches zeigen die Nervenfasertheilungen der Figur 62 und 67, während in der Figur 59 und 65 eine Theilung der Nervenfaser ganz regulär mit einer gleichzeitigen Theilung der Nervenhüllen verbunden ist.

Die Nervenfaser des Endnerven kann nun ganz gerade oder doch nur in wenigen flachen Windungen zum zugehörigen Endknopf verlaufen, das war in meinen Präparaten aber nur der seltenere Fall. Siehe Fig. 56; vgl. auch Fig. 53 auf Tafel V. Als Regel beobachtete ich auch in diesen GOLGI-Präparaten, dass die Endfaser in Windungen oder Spiralen oder krausenförmig aussehenden Biegungen verlief, die oft recht zahlreich waren (siehe die meisten Figuren der Tafel VI); auch Schleifenbildungen wurden beobachtet (Fig. 58, 61 und 69).

Die Figuren der Tafel VI illustriren ferner sehr prägnant die verschiedene Ausbildung der Knäuelaufwickelung im hinteren Theile der Spindelanschwellung *(Sp)* hinter dem Endknopf. Von den einfachsten, spärlichen Windungen kommen wir hier durch alle Uebergänge bis zu den complicirtest verschlungenen Knäueln. Obgleich sich die imprägnirten Nerven in diesen GOLGI-Präparaten unvergleichlich deutlicher verfolgen liessen als in den gefärbten Zupfpräparaten, so hielt es doch selbst hier oft schwer, diese Verschlingungen optisch aufzulösen; bisweilen gelang es auch hier nicht. Vgl. z. B. Fig. 61, 63 (unten), 65 und 66 (rechts). Hauptsächlich handelt es sich um eine spiralige Aufwickelung. In Figur 67 und 69 ist fast der ganze Endnerv, in Fig. 63 (unten) und Fig. 65 in der That der ganze Endnerv aufgeknäuelt; in den letzteren Fällen sehen wir die Spindelanschwellung der Stammfaser direct ansitzen, wie es von den Zupfpräparaten schon geschildert wurde. Die Länge des Endnerven ist verschieden und scheint nicht mit der Ausbildung des Knäuels zusammenzuhängen: längere Endnerven können sehr ausgebildete Knäuel haben. Vgl. z. B. Fig. 61 und Fig. 66 rechts.

Was an den Zupfpräparaten von mir nur mit Mühe erkannt werden konnte, die Theilung der markhaltigen Nervenfaser im Endnerven, das zeigen nun die GOLGI-Präparate auf das schönste. Ich konnte hier feststellen, dass nur seltener eine Nervenfaser ungetheilt an den Endknopf herangeht. Fig. 55. Vgl. auch Fig. 53 auf Tafel V. Gewöhnlich tritt in der Nähe des Endknopfes eine Theilung in 2—3, sehr selten 4 Endzweige ein und zwar im Bereiche des Knäuels oder ausserhalb des Knäuels dicht hinter ihm. Dadurch erhalten die Endzweige verschiedene Länge, können sehr kurz sein oder auch den Knäuel mehr oder weniger der Länge nach durchsetzen. Jedenfalls verlaufen die Theiläste ebenso gewunden, wie die noch ungetheilte Nervenfaser, und compliciren dadurch das Bild des Knäuels wesentlich. In den Figuren 56—58, 61, 63 (oben), 66 (in der Mitte), 67 und 68 ist eine Endtheilung in 2, in den Figuren 59, 60, 62, 63 (unten), 64, 65, 66 (links) und 69 in 3 und in Fig. 66 (rechts) in 4 Zweige erfolgt. In den Figuren 56, 57, 58, 60, 61, 64 und 68 liegt die Theilungsstelle dicht hinter dem Knäuel, so dass die Theiläste noch eine gewisse Länge besitzen. In den übrigen Figuren erfolgt die Theilung erst im Knäuel oder gar dicht am Endknopf.

Die Terminaläste endigen nun in tröpfchen- oder auch plättchenartigen Bildungen [1]), die gewöhnlich

---

1) RETZIUS (236) hat kürzlich (1898) ganz ähnliche „rundliche, ovale oder länglich ausgezogene Plättchen“ als letzte freie Nervenendigungen der elektrischen Nerven an der Vorderseite der Elektroplaxe von *Raja radiata* und *Raja clavata* beschrieben. Dieser Forscher erhielt bei Anwendung der EHRLICH'schen Methylenblau-Methode und der Chromsilber-Imprägnation nach GOLGI

etwas breiter und gedrungener sind als die daran stossenden Nervenenden. Siehe die Figuren der Tafel VI. Bisweilen ist ihr vorderes Ende etwas zugeschärft oder besitzt eine kleine, auch wohl etwas hellere Spitze, so dass ihre Form an die eines Birnkernes erinnert. Meist sind diese Verbreiterungen intensiv schwarz oder schwarzbraun gefärbt, bisweilen aber auch heller. Oft liegen sie isolirt, wohl in Folge unvollständiger Imprägnation. Nicht selten habe ich aber auch einen feinen, etwas helleren Faden zwischen ihnen gesehen, ohne Zweifel den Axencylinder. Eine gegenseitige Verbindung dieser Endzweige wurde niemals beobachtet, stets handelte es sich um freie Endigungen.

Bei der gleichzeitigen Färbung der markhaltigen und marklosen Nervenabschnitte ist in den GOLGI-Präparaten am Endknopf die Grenze zwischen beiden nicht mit Bestimmtheit zu erkennen. In diesem Punkte haben uns die Zupfpräparate, wie oben geschildert, schon mehr gezeigt.

Die Lage dieser Endigungen kann nun in den GOLGI-Präparaten trotz ihrer starken Aufhellung leicht festgestellt werden, da, wie oben betont, die bindegewebige Hülle des Trichterstiels meist hell-bräunlich gefärbt ist und den letzteren dadurch gut hervortreten lässt. Besonders deutlich wird dies, wenn man, wie nicht selten, in günstig ausgefallenen Schnitten den Trichterstiel in Verbindung mit seiner zugehörigen Elektroplax bringen kann. Das war z. B. in den Figuren 67, 68 und 69 der Fall. Fig. 67 und 68 zeigen den Stiel in Verbindung mit einem (etwas schematisch gehaltenen) Flächenbild der centralen Trichtergegend, Fig. 69 führt einen senkrechten Durchschnitt durch Trichterfeld und Trichterstiel vor. Wir sehen hier und in allen übrigen Figuren (Fig. 55—66) der Tafel VI, dass die imprägnirten Endigungen der Terminalzweige an der Hinterfläche und den Seitenflächen des Endknopfes innerhalb der Spindelanschwellung (*Sp* der Figuren) gelegen sind. In den Abbildungen sind die Endtröpfchen in Folge der Projection (siehe oben) hier und da vielleicht zu sehr auf die Seitenflächen des Endknopfes gekommen. Jedenfalls überschreiten sie aber niemals den Bereich des Endknopfes.

Nicht selten erhält man in den GOLGI-Präparaten auch Querschnitte (Fig. 70) oder Schrägschnitte (Fig. 71) durch den Endknopf mit den anliegenden Terminalästen und Nervenendigungen.

Wir finden die Nervenendigungen in den GOLGI-Präparaten also an derselben Stelle, an welcher wir in den Zupfpräparaten die hellen Bälkchen angetroffen hatten. Beide Bildungen sind mithin wohl sicher identisch. Die Differenzen im Aussehen erklären sich durch die verschiedene Behandlung. Die prägnante Färbung der GOLGI-Präparate lässt die hier wohl auch besser erhaltene Form der Nervenendigungen bestimmter hervortreten.

Man könnte vielleicht noch einwenden, dass die Färbung in den GOLGI-Präparaten keine ganz vollkommene gewesen ist, wofür die an den Endtröpfchen bisweilen vorkommenden helleren Spitzen zu sprechen scheinen. Auch könnte gesagt werden, dass bei der gleichzeitigen Färbung der markhaltigen Nervenfasern die dunklen Endtröpfchen vielleicht hier und da die letzten markhaltigen Endsegmente der Nerventheilfasern seien und nicht die eigentlichen Nervenendigungen. Dagegen spricht aber die grössere Breite, die gewöhnlich andere Form und auch die Lage der Endtröpfchen. Immerhin mag es wohl dann und wann der Fall gewesen sein, dass die Ausfärbung keine ganz erschöpfende war, da ich bisweilen hellbraune, nur theilweise gefärbte Tröpfchen antraf.

übereinstimmende Resultate. Von besonderem Interesse ist der Nachweis bei *Raja radiata*, welche Rochenart ohne Zweifel sehr primitive elektrische Organe besitzt. Mir wollte es leider nicht glücken, trotz freundlicher Unterstützung seitens der Biologischen Station des Naturhistorischen Museums in Bergen, für diesen Zweck brauchbares Untersuchungsmaterial dieses Rochens zu erhalten.

Auch ich (17) habe früher bei *Raja clavata* diese nach der GOLGI'schen Methode von mir dargestellten plättchenartigen Nervenendigungen beschrieben und abgebildet, habe dieselben aber in Beziehung gebracht zu den eigenthümlichen, von mir bei Anwendung der GOLGI'schen Methode erhaltenen Netzzeichnungen, welchen die Nervenendigungen dicht anliegen. Allerdings wurde schon von mir betont (l. c. p. 316), dass gewöhnlich nur die Netzbalkenabschnitte in unmittelbarer Nähe des Nervenzutrittes dunkel gefärbt sind. Doch erhielt ich nach dieser Methode auch, wenn auch nur vereinzelt, unzweifelhafte, isolirt imprägnirte, in Zusammenhang mit Endnerven stehende Netzmaschen (siehe 17, Tafel XXVI/XXVII, Fig. 24 und 27). Die EHRLICH'sche Methylenblau-Methode ist nun freilich der GOLGI'schen Methode bei Entscheidung der Frage, was Nervenendigung ist und was nicht, ohne Frage überlegen. Welche Bedeutung die von mir beschriebenen und von RETZIUS bestätigten Netzzeichnungen haben, bleibt abzuwarten, und behalte ich mir weitere Mittheilungen darüber vor.

In allen den von mir untersuchten GOLGI-Präparaten habe ich nun an keiner anderen Stelle der Platte, weder an den Plattenflächen noch am Stiel, Nervenendfärbungen angetroffen, als lediglich am Endknopf, hier aber sehr oft, so dass ich viele Skizzen anfertigen konnte. Alle diese Skizzen zeigen im Wesentlichen das Gleiche, wenn auch, wie Tafel VI beweist, im Einzelnen mancherlei Abweichungen vorkommen: stets blieben die Nervenendigungen auf die Gegend des Endknopfes beschränkt.

Das Gleiche ergaben mir auch die anderen Methoden, vor allem die Schnittpräparate durch die fixirten Platten. Auch hier habe ich an den Oberflächen der Elektroplaxe niemals Querschnittsbilder von Nervenendzweigen oder Nervenendigungen erhalten; nur wenn der Schnitt durch einen Endknopf gegangen war, kamen ähnliche, keine Färbung annehmende Querschnittsbilder an seinem Rande zum Vorschein, wie ich sie an den tingirten Zupfpräparaten beschrieben habe.

Mir scheint daher der Schluss berechtigt, dass an den Platten von *Malopterurus* keine netzartige Nervenendausbreitung existirt; vielmehr ist der Endknopf des Trichterstiels allein als der Träger äusserlich aufgelagerter, frei endigender, leicht variköser, tröpfchen- oder plättchenartiger Terminalfasern anzusehen.

Unter den mikroskopischen Präparaten, welche Herr College G. MANN mir gesandt hatte, befanden sich auch zwei in Balsam eingeschlossene, nach der EHRLICH'schen Methylenblau-Methode behandelte Präparate. Herr College G. MANN schreibt mir darüber: „Obgleich ich die ganze Nacht mit der Beobachtung von 10 Schnitten beschäftigt war, sind diese beiden Präparate das Einzige, was mich belohnte. Ich gebrauchte $^1/_{20}$-proc. Farbstofflösung in Humor aqueus des Kaninchens. Die anderen Präparate, die in Salzlösung gefärbt wurden, tingirten sich ganz diffus.“ Wie die Untersuchung dieser Präparate lehrte, waren darin keine elektrischen Nerven gefärbt.

Ausser den Endverzweigungen der elektrischen Nerven mit ihren Endigungen hatten sich in den GOLGI-Präparaten von nervösen Bestandtheilen noch die marklosen Gefässnerven imprägnirt. Ihre Imprägnation war sogar reichlicher erfolgt als die der elektrischen Nerven. Diese Gefässnerven begleiteten als dunkel gefärbte, sehr scharf hervortretende, feine Fäden die Blutgefässe.

Fig. 72 und 73 auf Tafel VI zeigen Blutgefässabschnitte. In Fig. 73 ist das ganze Gefässlumen mit rothen Blutkörperchen, deren Begrenzungen noch schwach sichtbar sind, vollgepfropft; nur 5 Blutkörperchen haben sich bräunlich gefärbt. In Fig. 72 enthält die Gefässröhre nur 4 leicht gebräunte Blutkörperchen; solche Färbungen der Blutkörperchen wurden in den GOLGI-Präparaten bisweilen beobachtet. Man sieht nun in und an der Wand der Gefässe feine, unregelmässig geschlängelte, oft stark gebogene Nerven parallel der Längsaxe der Gefässe verlaufen. Bemerkenswerth ist, dass sie sich dabei oft weiter von der Gefässwand entfernen. Fig. 73. An den Gabelungen der Gefässe theilen sich auch die Nerven. Von den Hauptstämmen gehen dann hier und da kleine Seitenäste ab, welche in der Gefässwand meist unter Verästelung mit kleinen Varikositäten und Endtröpfchen frei endigen. Fig. 72 und 73. Irgend ein Zusammenhang dieser Nerven mit den ganz anders structurirten, leicht davon unterscheidbaren elektrischen Nerven bestand nicht, beide verliefen aber gewöhnlich benachbart, da die elektrischen Nerven von den Gefässverzweigungen begleitet werden. Die Gefässnerven treten mit den Gefässen in das Organ.

Die Imprägnation der Gefässnerven war oft sehr vollständig und weitgehend: grosse Strecken der Gefässe sammt ihren Verästelungen waren mit den dunkel gefärbten Nerven versehen. Auf diese ausgiebige Imprägnation der marklosen Gefässnerven in den GOLGI-Präparaten möchte ich Gewicht legen. Denn sie beweist, dass sich das *Malopterurus*-Organ für die Nervenfärbung vermittelst der GOLGI-Behandlung gut eignet. Wenn also noch mehr markhaltige oder marklose Nerven, als oben beschrieben, in dem *Malopterurus*-Organ vorhanden gewesen wären, so hätte sich wohl hier und da etwas davon inkrustirt; das war aber, wie hervor-

gehoben, niemals der Fall. Auch hieraus scheint mir geschlossen werden zu können, dass im *Malopterurus*-Organ thatsächlich nicht mehr Nervenendverästelungen vorhanden sind, als oben von mir beschrieben wurden.

5. Die Stützsubstanzen des elektrischen Organs.

An der Zusammensetzung der Gerüst- und Ausfüllmasse des elektrischen Organs betheiligen sich fibrilläres Bindegewebe und Gallertgewebe.

Das Bindegewebe hat zweierlei Herkunft. Die Hauptmasse desselben gehört dem Organ selbst an. Der kleinere Theil wird durch die Bindegewebshüllen der Nervenverzweigungen geliefert und mit den Nerven in das elektrische Organ eingeführt.

Wie oben (p. 11 und 12) schon geschildert, ist das Organ an seiner Aussen- und Innenfläche von je einer Bindegewebshülle überzogen, von welchen die stärkere äussere als das eigentliche Cutisgewebe aufzufassen ist. Diese besteht aus sehr zahlreichen (bis 50) mattenartigen Lagen von derben, auf dem Längsschnitt wellenförmig verlaufenden Bindegewebsbündeln. In den einen Lagen ziehen die Bündel von vorn nach hinten, in den anderen circulär, beide alterniren ganz regelmässig. In geringen Abständen werden die Bindegewebsmatten von senkrecht zur Oberfläche durchtretenden Bindegewebszügen durchbohrt, etwa wie die Blätter eines Buches von eingetriebenen Nägeln durchbohrt würden. Diese schlanken Bindegewebszapfen führen den Cutispapillen Gefässe und sensible Nerven zu. Die Hauptstämme der letzteren verlaufen in einem mehr lockeren Bindegewebe, welches sich in dünner Lage gegen das elektrische Organ hin unmittelbar an die Lamellenschicht anschliesst (vgl. Fig. 35 und 36 auf Tafel III) und in welches auch die innersten, dünneren Lamellenlagen unmittelbar übergehen. Dieses sublamelläre Bindegewebe liefert das Gewebe der perforirenden Zapfen. Den letzteren lagern sich aber auch hier und da Bindegewebsbündel an, welche sich von den Lamellen selbst abzweigen. Zwischen den Lamellen finden sich reichlich Bindegewebszellen, welche oft, besonders in der Nähe der perforirenden Zapfen, in senkrecht zu den Oberflächen der Platten gerichteten Reihen angeordnet sind. Auch spärliche Blutgefässe werden zwischen den Lamellen angetroffen.

Das sublamelläre Bindegewebe, in welchem vereinzelte Pigmentzellen gefunden werden, geht direct in das Bindegewebsgerüst des elektrischen Organs über.

Im Vergleich mit der Lamellenschicht ist die innere Organhülle dünn. Auf dem Schnitt sieht man die mit Zellen versehenen Durchschnitte durch die gröberen Bindegewebsbündel, welche durch mehr lockeres Bindegewebe zusammengehalten werden. Das letztere hängt wiederum direct mit dem Organgerüst zusammen.

An der vorderen und hinteren Grenze des Organs vermisse ich auch in den mikroskopischen Schnitten (vgl. p. 12) einen eigentlichen hüllmembranartigen Abschluss. Auf Längsschnitten durch die vordere Organgrenze auf der Höhe des Kopfes z. B. stösst der vordere, nach vorn abgerundete Rand des hier stark zugeschärften Organs unmittelbar an das organfreie Gewebe, welches aus einem dichten, feinfaserigen, in einer Art gallertiger Grundsubstanz gelegenen Filzwerk besteht; es färbt sich in mit Hämatoxylin-Eosin tingirten Schnitten auch ebenso blau, wie das Gallertgewebe im Organ selbst, während das Bindegewebe der äusseren und inneren Organhülle rosa tingirt erscheint und dadurch von dem organfreien Gewebe scharf absticht. In unmittelbarer Nähe des Organrandes ist dieses Gewebe leicht verdichtet, eine eigentliche Hüllmembran ist hier aber nicht vorhanden. Nur in einiger Entfernung vom Organrande ziehen einige wenige breitere und derbere gefässhaltige Bindegewebsstränge von der äusseren zur inneren Hülle; wie oben auf S. 12 schon ausgeführt ist, setzen sich ja die beiden Organhüllen continuirlich auf das organfreie Gewebe unter der Haut fort.

Das Organgerüst ist bei dem Zitterwels, im Gegensatz zu *Gymnotus* und *Torpedo*, nur wenig entwickelt. Es wird gebildet von dünnen Bindegewebsplatten, welche das Organ gewöhnlich senkrecht zu seinen Oberflächen und senkrecht zu der Längsaxe des Fisches durchziehen und unter spitzen Winkeln

zusammenstossen und in einander übergehen. Dadurch entstehen kleine spaltförmige Fächer, die von einer vorderen und hinteren Fachwand begrenzt werden. Die Fachwände sind als Scheidewände stets je zweien benachbarten Fächern gemeinsam. Siehe *FW* in Fig. 37 auf Tafel III. Auf Schnitten, welche parallel der Längsaxe des Fisches und senkrecht zu den Oberflächen des Organs oder die parallel den Oberflächen des Organs geführt werden, zeigen die Fachräume eine längliche, abgeplattete, etwa linsenförmige oder rhombische Form. Ihre kurzen Durchmesser verlaufen gewöhnlich parallel der Längsaxe des Fischkörpers. Die Fachräume mit ihren Scheidewänden sind auf Organdurchschnitten schon mit blossem Auge sichtbar, besonders wenn man das Gewebe ein wenig auseinander zerrt; bei Lupenvergrösserung sind sie sehr deutlich zu erkennen. Vgl. den Holzschnitt Fig. 3 auf S. 11. Die Zusammenlagerung der Fächer ist eine ganz regellose, eine Gruppirung lässt sich nicht erkennen. Die zugeschärften Fachränder legen sich den Flächen der benachbarten Fächer an oder es stossen zwei, häufig sogar mehrere Fachränder zusammen, wie am besten ein Blick auf Fig. 37 der Tafel III zeigt.

Die Wandungen der Fächer sind indessen keine geschlossenen Membranen, sondern stellen unterbrochene, lockere, grobgitterförmig zu nennende Platten dar, die von derben und feineren, sich verflechtenden Bindegewebsbündeln gebildet werden. Wenigstens war das bei den mir zur Verfügung stehenden kleinen Exemplaren der Fall. Die grobgitterförmige Anordnung der derben Bindegewebsbündel trat besonders an parallel zu den Plattenflächen gelegten Schnitten durch das mit Formol und VAN GEHUCHTEN's Gemisch fixirte Gewebe hervor. Nach BABUCHIN soll im Alter der Thiere die Bindesubstanz im Organ zunehmen, so dass dann die Fachwände wohl etwas derber werden.

In jedem Fachraum liegt je eine Platte. Die Flächenausdehnung eines Fachraumes entspricht der Begrenzung seiner Platte. Die letztere ist in ihrem Fachraum so gelagert, dass sie mit ihrer Hinterfläche der Vorderfläche der hinteren Fachscheidewand mehr oder weniger dicht anliegt.

Zwischen der Plattenvorderfläche und der vorderen Fachscheidewand befindet sich dagegen ein breiter Raum, der von einer Art Gallertsubstanz, wie von einem nachgiebigen Polster, ausgefüllt wird. In Fig. 37 auf Tafel III sieht man diese Anordnung der Theile. In dem von der vorderen (*V*) und hinteren (*H*) Fachscheidewand (*FW*, *FW*) umschlossenen Fachraum (*FR*) trifft man vorn den von Gallertgewebe (*G*) eingenommenen Raum und ganz hinten an der hinteren Fachscheidewand die Elektroplax (*P*).

Die Gallertsubstanz stellt sich in feinen Schnitten als ein sehr feinfädiges Gerüstwerk mit dichten, engen Maschen dar. Je nach dem Grade der Schrumpfung, welche bei Anwendung der einzelnen Reagentien eintritt, ist diese Gallertschicht und damit der vordere Fachraum mehr oder weniger breit. Am wenigsten geschrumpft erschien sie in den Formol-Präparaten. Hier waren in das Gallertgewebe verschieden grosse Tröpfchen, die sich nicht weiter färbten, eingelagert. Siehe Fig. 41 auf Tafel IV bei *G*. Die grösste Schrumpfung zeigte die Gallertsubstanz in den mit Pikrinsäure-Sublimat behandelten Präparaten, so dass die Platten einander ganz nahe gerückt waren. Vgl. Fig. 36 mit Fig. 35. Die Fibrillenmasse der Gallertsubstanz wird dadurch oft zu breiten Zügen zusammengedrängt, auch zieht sie sich unter Vacuolenbildung von den Platten bisweilen zurück. Eigentliche Bindegewebszüge oder auch Zellen wurden in dieser vorderen Gallertsubstanz nicht beobachtet.

Die Nerven und Gefässe verlaufen in den bindegewebigen Scheidewänden oder in ihrer unmittelbaren Nähe; ebendort liegen auch die umgebogenen Plattenstiele.

Eine gewisse Rolle bei dem Aufbau des Organs spielen auch die Bindegewebshüllen der elektrischen Nerven mit ihren Zellen.

Wie wir oben gesehen haben, werden die in das elektrische Organ eintretenden Nerven von einer dicken, aus concentrisch geschichteten Bindegewebsmassen mit eingelagerten Zellen bestehenden Hülle umgeben. Die äussere, mehr lockere Schicht dieser Hülle hängt mit der Bindegewebsmasse der Fachwände, in welchen die

Nerven liegen, zusammen. Je weiter gegen die Nervenendigungen der Endnerven hin, um so dünner wird die Hülle, bleibt aber am Ende der Endnerven, wie oben beschrieben, noch recht ansehnlich. Die äussere, sowie auch der grössere Theil der inneren Schicht der bindegewebigen Hülle setzt sich von dem Nervenknäuel in der Spindelanschwellung direct auf den Endknopf und den Trichterstiel fort. Das ist in allen Figuren der Tafel V und auch der Tafel VI leicht festzustellen. *ANH* und *JNH* äussere und innere Schicht der Nervenhülle; *ATSH* und *JTSH* äussere und innere Schicht der Stielhülle. Dadurch erhält der ganze Trichterstiel eine ziemlich derbe, doppelte Bindegewebshülle von derselben Beschaffenheit, wie die Nervenhüllen selbst. In Fig. 45 der Tafel V ist ein Endnerv im Zusammenhang mit seinem Trichterstiel aus einem Zupfpräparat bei stärkerer Vergrösserung abgebildet. Bei *ATSH* ist die äussere, bei *JTSH* die innere Stielhülle, welche beide innerhalb der Spindelanschwellung (*Sp*) in directem Zusammenhange mit der äusseren (*ANH*) und inneren (*JNH*) Schicht der Nervenhülle stehen.

Nach vorn gegen den Trichter und die Trichterhöhle hin lockern sich die Hüllen und fasern sich auf. Dabei geht die äussere Hülle zum Theil in die Bindegewebsmasse der Fachscheidewände über. Daher kommt es, dass es in den Zupfpräparaten wohl gelingt, den vorderen dicken Abschnitt des Trichterstiels vollständig zu isoliren, wie es z. B. in Fig. 45 geschehen ist. Dem hinteren, dünneren Abschnitt und dem Endknopf sitzt die Hülle jedoch so fest an, dass eine mechanische Isolirung dieser Theile durch Zerzupfen nicht gut möglich ist.

Mit dem Trichterstiel dringt das Bindegewebe in die Plattenhöhle ein und zwar so, dass sich auf Querschnitten durch den im Bereich der Plattenhöhle gelegenen Trichterstiel noch der deutliche Querschnittsring einer Bindegewebshülle erkennen lässt. Weiter nach vorn im Niveau des Trichters selbst ist das in Folge der eingetretenen Lockerung nicht mehr so ausgesprochen der Fall. Vgl. auf Tafel II die Figuren 28, 30—32 (Querschnittsbilder des Trichterstiels im hinteren Theile der Plattenhöhle [*PH*]) mit den Querschnittsbildern der Trichtergegend in Fig. 24—27 und 29. Man sieht, dass die ganze Plattenhöhle (*PH*) mit lockerem, zartem, feinfaserigem Bindegewebe ausgefüllt ist.

Aus der Plattenhöhle heraus gelangt das Bindegewebe der Hüllschichten des Stiels an die Hinterfläche der Platte und vermengt sich hier mit dem Bindegewebe der Fachwand. Eine zarte, aus sehr feinen Bindegewebszügen bestehende Lage überzieht dabei von der Plattenhöhle aus die Hinterfläche der Platte; sie lässt sich in den Flächenansichten isolirter Platten erkennen, wenn man mit starker Vergrösserung die Hinterfläche der Platte einstellt. In die Furchen der Hinterfläche (Pikrinsäure-Präparate) können sich auch derbere Bündel einlagern.

Auch am Rande der Platte ist stets noch eine dünne Lage von zartem Bindegewebe festzustellen, welches der Platte ziemlich fest anhaftet und an isolirten Platten (MÜLLER'scher Lösung) gewöhnlich sitzen bleibt. Fig. 89 auf Tafel VII zeigt diese feinfaserige Auflagerung bei *BG* am Rande einer isolirten Platte. Auf die Vorderfläche der Platte scheint sich dieses Bindegewebe nicht, wenigstens nicht in grosser Entfernung vom Rande, zu erstrecken.

Mit den Bindegewebshüllen setzen sich auch die darin enthaltenen Zellen von den Nerven auf Trichter und Platte fort. Dass das Bindegewebe der Hüllen des Trichterstiels, ebenso wie das der Nerven, reich an Zellen ist, zeigen die Figuren der Tafel V, welche nach gefärbten Zupfpräparaten (MÜLLER'sche Lösung) gezeichnet wurden. Man erkennt hier im Bindegewebe der Stielhüllen (*ATSH* äussere, *JTSH* innere Schicht der Stielhülle) eine beträchtliche Anzahl verschieden grosser und verschieden gestalteter Kerne. Die meisten sind rundlich oder länglich, gewöhnlich mehr oder weniger abgeplattet; oft wurden auch sehr ausgesprochen nierenförmige Kerne gefunden. Gewöhnlich lassen sich in den Zupfpräparaten um die Kerne herum noch die leidlich erhaltenen Protoplasmakörper der Zellen erkennen, die abgeplattet, breit, länglich oder spindelförmig sein können. Sehr häufig sind unregelmässig sternförmige Zellen mit mehreren Fortsätzen. In den Fig. 91—98 der Tafel VII ist eine Anzahl von isolirten Bindegewebszellen abgebildet, wie sie in den Zupfpräparaten aus MÜLLER'scher

Lösung sehr häufig gefunden werden. Sie stammen theils aus dem Bindegewebe der Fachwände, theils aus den Hüllen des Trichterstiels. Jede Zelle besitzt einen Kern.

Auch die optischen Querschnittsbilder durch Plattenhöhle und Trichterstiel auf Tafel II Fig. 24—34 zeigen die Bindegewebszellen in ihrer Form und Lage sehr übersichtlich. Man sieht, die Zellen sind nicht gerade spärlich, jeder optische Querschnitt weist in der Plattenhöhle (*PH*) einige davon auf.

Die Zellen liegen zum grössten Theil zwischen den Bindegewebslamellen oder denselben dicht an. Ein Theil lagert sich aber auch der Plattensubstanz zwischen Elektrolemm und innerster Hüllschicht dicht auf. Das wird besonders am Trichterstiel und am Endknopf auffällig. Siehe bei *JBZ* in den Figuren 50—54 der Tafel V. An dem letzteren finden sich nach vorn von den Nervenendigungen meist einige wenige Zellen, die hier aber auch fehlen können. In Fig. 79 auf Tafel VII (bei *JBZ*, *JBZ*) hatten sie sich etwas von dem Endknopf innerhalb seiner Hülle gelockert. Die Anlagerung ist besonders am Trichterstiel eine so innige, dass dadurch kleine Vertiefungen an der Oberfläche der Plattensubstanz verursacht werden. In den mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Präparaten hatte sich das Protoplasma dieser Zellen hier und an anderen Stellen nicht selten derart verändert, dass grössere, helle Vacuolen darin entstanden waren. Vgl. z. B. Fig. 95—98 auf Tafel VII isolirte Zellen und in Fig. 51—53 auf Tafel V bei *JBZ* Zellen in ihrer Lage an der Oberfläche des Trichterstiels; siehe auch Fig. 30, 32—34 auf Tafel II.

Den gleichen Zellen begegnen wir auch am Rande der Platte, wo sie ziemlich reichlich sind. Sie lassen sich hier an den isolirten, gefärbten Platten sehr leicht demonstriren. Fig. 89 auf Tafel VII führt einen Randabschnitt einer isolirten Platte vor aus einem mit Gentianaviolett gefärbten, in Wasser untersuchten Zupfpräparat von mit MÜLLER'scher Lösung behandeltem Material. Bei *EE* ist am freien Rande der Elektroplax die durch das Elektrolemm bedingte, dunkle, scharfe, ununterbrochene Randlinie sichtbar. Nach aussen davon lagert der isolirten Platte dicht an die oben erwähnte Schicht zartfaserigen Bindegewebes (*BG*, *BG*). In demselben sieht man an dieser Stelle im Profil drei mit je einem Kern versehene Zellen (*BZ*), welche mit dem grössten Theil ihres Protoplasmakörpers in entsprechenden Vertiefungen des Plattenrandes liegen. Nur die Zelle rechts (BZ_1) hat sich, wie das in den Zupfpräparaten nicht selten vorkam, in Folge der Procedur des Zerzupfens mit ihrer zugehörigen zarten Bindegewebslage etwas von dem Plattenrande abgehoben, so dass an dem letzteren die Zellmulde und zwischen dem Elektrolemm (*E*) und der abgelösten Bindegewebsschicht (*BG*) ein heller Spaltraum (*SR*) sichtbar wird. Solche Stellen beweisen am klarsten, dass die Zellen und Kerne nichts mit dem Elektrolemm zu thun haben, sondern demselben nur äusserlich aufgelagert sind. Auch dem verdickten Plattenrande liegen nicht selten Zellen auf, *BZ* auf *R* in derselben Figur. Die Kerne dieser adventitiellen Zellen sind kleiner als die Plattenkerne, färben sich aber intensiver und fallen dadurch schon bei schwächeren Vergrösserungen auf.

Eine besondere Anordnung erlangen diese Zellen an der Vorderfläche der Elektroplax, indem sie ein förmliches Zellennetz bilden. Hierauf wurde ich zuerst in den GOLGI-Präparaten aufmerksam. Siehe Fig. 83—87 auf Tafel VII. Ich fand in diesen Präparaten nämlich häufig braun gefärbte, sehr scharf hervortretende, oft ausgedehnte Netze, welche von sternförmigen, unregelmässigen, in einer dünnen Lage ausgebreiteten Zellen zusammengesetzt wurden. Die stark abgeplatteten Zellen besassen zahlreiche verzweigte, oft mit Spitzen und Zacken besetzte oder auch fein ausgezogene Ausläufer, welche sich mit denen benachbarter Zellen in Verbindung setzten; in jedem Zellterritorium fand sich meist ein dem Kern entsprechendes, hell gebliebenes Feld. Die Sternzellen konnten sich auch isolirt färben. Fig. 85 und 86. Die Lage dieses Netzes an der Vorderfläche der Platten liess sich leicht an Schnitten feststellen, welche senkrecht zu den Plattenflächen ausgeführt waren, wie Fig. 87 auf Tafel VII zeigt. *V* ist die Vorderseite, *H* die Hinterseite der Platte; der Vorderfläche liegt das durchschnittene, dunkel imprägnirte Zellennetz (*ZN*) dicht an.

Es hielt nicht schwer, dieses Zellennetz auch mit anderen Methoden nachzuweisen. In den Zupfpräparaten aus MÜLLER'scher Lösung suchte ich freilich vergeblich danach. In Folge der macerirenden Einwirkung der Lösung und in Folge der Procedur des Zerzupfens hatten sich die Zellen hier fast immer von der freien, glatten Vorderfläche der Platte abgelöst; nur selten waren hier und da noch einige sitzen geblieben. Dagegen zeigte in den Pikrinsäure-Macerationen jede isolirte Platte das Zellennetz auf das schönste erhalten, und fast genau so wie in den GOLGI-Präparaten. Der Vergleich der Fig. 82 (Pikrinsäure-Maceration) mit den Fig. 83—86 (GOLGI-Präparate) mag dies beweisen. Stellt man die (im Präparat nach oben gerichtete) Vorderfläche einer durch Pikrinsäure isolirten Platte (Fig. 82) mit starken Systemen ganz oberflächlich ein, so erscheinen an der glatten Fläche zuerst dunkle, in Folge ihrer abgerundeten Prominenz etwas glänzende, mit einem Kern versehene Zellkörper. Bewegt man die Mikrometerschraube ein wenig weiter, so tauchen die feinen, verzweigten Zellfortsätze auf, die von den Zellkörpern ausgehen. Unmittelbar dahinter liegt das Bild der Punktirung, durch welches hindurchschimmernd die runden Plattenkerne gezeichnet sind. Die Zellfortsätze verbinden sich zum Theil mit einander, zum Theil endigen sie frei, zeigen oft Verbreiterungen oder, wie auch in den GOLGI-Präparaten, feine, varicöse Anschwellungen; im allgemeinen aber sind sie naturgemäss zarter und schmaler als in den inkrustirten GOLGI-Präparaten. Die Zellen erstrecken sich bis in den Bereich des centralen Trichterfeldes.

Ganz ähnliche Bilder erhielt ich auch in Schnittpräparaten durch fixirtes Material z. B. in Flächenschnitten durch die mit Pikrinsäure-Sublimat behandelten Stücke. Auch in senkrecht zu den Plattenflächen ausgeführten Schnitten durch nach beliebigen Methoden fixirtes Material trifft man ganz constant an der Plattenvorderfläche prominirende Kerne und Zellkörper, welche HARTMANN hier zuerst gesehen hat. Vgl. Fig. 88 auf Tafel VII, senkrechter Durchschnitt durch eine mit Formol fixirte Platte; *VE* Elektrolemm der Vorderfläche.

Das Zellennetz der Plattenvorderfläche kann als letzte Fortsetzung der Zellenmasse der Bindegewebsscheiden der Stiel- und Nervenhülle aufgefasst werden und ist sicher rein bindegewebiger Natur. Vielleicht gehört es auch der vor der Platte gelegenen Gallertsubstanz an, deren Zellen sich dann der Platte dicht angelagert hätten. Dass es zu dem Nervenendapparat irgendwie Beziehung haben könnte, erachte ich nach Obigem für ausgeschlossen, da sich nirgends ein Zusammenhang mit irgend welchen Nerven erkennen lässt; wie wir gesehen haben, liegen die Nervenendigungen ja in weiter Entfernung davon am Endknopf.

6. Die Stellung der Elektroplaxe im Zitterwels-Organ.

Wie schon den ersten Untersuchern des *Malopterurus*-Organs bekannt war und auch aus obiger Schilderung hervorgeht, sind die Elektroplaxe im Zitterwels-Organ innerhalb ihrer Fächer gewöhnlich so gestellt, dass ihre beiden Flächen senkrecht zu den Oberflächen des Organs und zu der Längsaxe des Fisches gerichtet sind. Ihre eine Fläche sieht nach vorn, die andere, mit dem Plattenstiel und den an seinem Endknopf sitzenden Nervenendigungen versehene nach hinten. Dabei liegt die Platte der hinteren Wand ihres Faches dicht an.

G. FRITSCH (118, I) hat darauf aufmerksam gemacht, dass in dem hinteren Theil des Organs die Platten bisweilen parallel den Organflächen liegen, so dass die Plattenflächen, statt nach vorn und hinten, nach aussen und innen sehen. Auch ich habe diese abweichende Stellung an einigen Stücken des Oxforder Materials angetroffen. Da die Stücke einzeln herausgeschnitten waren, konnte ich nicht mehr feststellen, welcher Region des Organs sie angehört haben. In Fig. 36 auf Tafel III sind fast alle Platten den Oberflächen des Organs nahezu parallel gestellt, was besonders im Vergleich mit der nebenstehenden Fig. 35, welche normal gestellte Platten besitzt, auffällt. Bisweilen waren die Platten sogar vollständig den Hautflächen parallel. Das war z. B. der Fall im vordersten zugeschärften Organrande auf der Oberseite des Kopfes (Formol).

IV. Nachtrag[1]). Material von zwei weiteren 1899 aus Westafrika nach Europa (Oxford) lebend übergeführten Zitterwelsen.

Durch besonderen Glücksfall fügte es sich, dass im März dieses Jahres wiederum zwei lebende Zitterwelse von Westafrika nach Europa und zwar nach Oxford in die Hände des Herrn Prof. GOTSCH am dortigen physiologischen Institut gelangten. Herr College GUSTAV MANN hatte mir die bevorstehende Ankunft dieser Fische mitgetheilt. Daraufhin bat ich Herrn Collegen MANN, wenn irgend möglich, auch von diesen Zitterwelsen lebensfrisches Material für histologische Untersuchungen zu fixiren und bezeichnete ihm die Methoden, welche ich noch für vortheilhaft hielt. Vor allem brachte ich die Reagentien in Vorschlag, welche bei der Fixirung des ersten mir übersandten Materials noch nicht in Anwendung gekommen waren.

Diesem Ansuchen wurde in entgegenkommender Weise entsprochen; am 13. April d. J. traf das neue Material bei mir in Greifswald ein. Hierdurch wurde mir ermöglicht, noch vor dem Erscheinen des vorliegenden Werkes eine erneute Untersuchung zweier Fische nach anderen Methoden anstellen und die erhaltenen Resultate in die Correctur einfügen zu können. Im Ganzen stand mir also das lebensfrisch conservirte Material von vier Fischen zur Verfügung.

Wenn auch diese letzte Untersuchung nichts wesentlich Neues lieferte und nur das bestätigte, was mir die ersten, oben ausführlich geschilderten Untersuchungen ergeben hatten, so war es für mich doch von grösstem Werthe, möglichst viele Methoden auf das elektrische Gewebe in Anwendung gebracht zu haben. Aus diesem Gesichtspunkte möge der kleine Nachtrag zur Ergänzung und Vervollständigung der obigen Mittheilungen dienen.

I. Untersuchungsmethoden.

Auf S. 16 hatte ich den Wunsch ausgesprochen, bei meinen Untersuchungen auch mit Osmiumsäure, FLEMMING'scher Lösung und Goldchlorid behandeltes Material zur Verfügung zu haben. Bei der Auswahl der Methoden, welche ich Herrn Collegen G. MANN vorschlug, legte ich daher besonderes Gewicht auf diese Reagentien.

Das neue im April d. J. erhaltene Malopteruren-Material war nun in folgenden Reagentien fixirt:

1) 0,5-proc. Osmiumsäure. Nach Einwirkung der Osmiumsäure wurden die Stücke in Mixtur (Glycerin, Alkohol absolut., Aqua destill. zu gleichen Theilen) aufbewahrt.

2) 0,1-proc. Osmiumsäure. Wie 1 in Mixtur aufbewahrt.

3) Goldchlorid. Die Stücke wurden bis 10 Minuten mit 25-proc. Ameisensäure behandelt und kamen sodann in 1-proc. Goldchloridlösung. Die Reduction fand in 50-proc. Ameisensäure statt. Ein Theil der Stücke wurde nach der Behandlung mit Goldchlorid zur Reduction 24 Stunden in 1-proc. Essigsäure dem Lichte ausgesetzt. Aufbewahrung in Mixtur.

4) Goldchlorid. Goldbehandlung wie in 3. Sodann Alkoholhärtung und Aufbewahrung in 90-proc. Alkohol.

5) Goldchlorid. Vorbehandlung mit Formol. Sodann Goldbehandlung, Alkoholhärtung und Aufbewahrung in 90-proc. Alkohol wie in 4.

6) Schwache FLEMMING'sche Lösung. Nach Fixirung und Wasserspülung Alkoholhärtung und Aufbewahrung in 90-proc. Alkohol.

7) Schwache FLEMMING'sche Lösung; darin fixirt und aufbewahrt.

1) Dieses Capitel IV wurde im Juli 1899 in die Correctur dieser Abhandlung eingefügt.

8) Sublimat-Kali-bichromicum. Alkoholhärtung und Aufbewahrung in 90-proc. Alkohol. Vgl. No. 4 der Liste auf S. 16.

9) Pikrinsäure-Sublimat. Alkoholhärtung und Aufbewahrung in 90-proc. Alkohol. Vgl. No. 1 der Liste auf S. 16.

10) Gesättigte Pikrinsäurelösung 75 Theile, gesättigte wässerige Sublimatlösung 25 Theile, Formollösung 20 Theile. Alkoholhärtung und Aufbewahrung in 90-proc. Alkohol.

11) MÜLLER'sche Lösung; darin aufbewahrt.

12) 4-proc. Formollösung; darin aufbewahrt.

Ausserdem war noch eine Anzahl Stücke nach der GOLGI'schen Methode behandelt. Sie wurden mir in 0,75-proc. Lösung von Argentum nitricum, zum Theil auch noch in 3-proc. Lösung von Kalium bichromicum zugeschickt. Die Untersuchung ergab indessen, dass in keinem einzigen Stück dieser Sendung eine Imprägnirung, überhaupt irgend eine Färbung der Structuren, eingetreten war. Auch die Weiterbehandlung der in Kalium-bichromicum-Lösung übersandten Stücke nach GOLGI blieb ohne Erfolg.

Die in Mixtur aufbewahrten Stücke waren für Zupfpräparate bestimmt. Die Mixtur erwies sich für diesen Zweck als sehr vortheilhaft.

Die obige Aufzählung ergiebt, dass bei meinen Untersuchungen des Zitterwels-Organs nunmehr wohl alle für die Behandlung des elektrischen Gewebes erprobten und zuverlässigen Methoden in Anwendung gekommen sind.

Die Organstücke wurden theils lebensfrisch dem eben getödteten Thiere entnommen und sofort fixirt, theils nach Anstellung der physiologischen Reizversuche durch Herrn Prof. GOTSCH, d. i. 6 Stunden nach der Tödtung der Fische, in die Reagentien gethan. Da die Stücke von dem gereizten und nicht gereizten Organ nicht nach genau den gleichen Methoden behandelt waren, konnte eine Vergleichung derselben nicht ausgeführt werden, um festzustellen, ob etwa in Folge der Thätigkeit im gereizten Organ sichtbare Gewebsveränderungen eintreten (vgl. p. 64).

Der Sendung der Organstücke waren die beiden Köpfe der Fische beigefügt, von denen der eine in Formol, der andere in Pikrinsäure-Sublimat-Formol fixirt war.

Die Länge der Fische betrug etwas über 20 cm.

2. Resultate.

Die Untersuchung des unter No. 8—12 aufgeführten Materials ergab dieselben Befunde, wie sie oben von den nach den gleichen Methoden fixirten Gewebsstücken geschildert wurden. Nur gelang die Isolirung der Platten aus dem mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Gewebe nicht so gut, wie bei dem ersten Material, jedenfalls wohl aus dem Grunde, weil die Stücke noch nicht lange genug in der Lösung gelegen hatten.

Die bemerkenswerthesten Resultate lieferte das Goldmaterial. Von diesem, ebenso wie von den mit Osmiumsäure und mit FLEMMING'scher Lösung behandelten Stücken wurden Zupfpräparate und Schnitte untersucht.

In jedem Zupfpräparat, welches den dunkel gefärbten Stellen des mit Goldchlorid behandelten elektrischen Gewebes entnommen wurde, fiel sofort auf, dass die Trichterstiele in der ganzen Ausdehnung vom Trichter bis zum Endknopf dunkel-violett gefärbt waren, während die Platten selbst hell oder nur schwach tingirt erschienen. Die Trichterwand und ihre nächste Nachbarschaft im centralen Felde waren gewöhnlich auch dunkel-violett. Besonders der Endknopf zeichnete sich durch eine oft schwarz-violette Färbung aus. Bei Untersuchung mit stärkeren Vergrösserungen fand sich an den dunklen Stellen ein gefärbtes, feinkörniges, dichtes Netzwerk, in welchem die Plattenkerne ausgespart waren. Längsfibrillen oder eine ausgesprochene Längsstreifung waren in dem tingirten Stiel nicht sichtbar.

Die auffällige Färbung der Stiele in den Goldpräparaten lässt darauf schliessen, dass ihre Substanz von etwas anderer Beschaffenheit ist als die der Platte selbst.

Durch seine dunkle Färbung wurde der Endknopf des Stiels in den Goldpräparaten ausserordentlich deutlich. Er besass hier gewöhnlich die Form eines kurzen Kegels mit nach hinten gerichteter breiter Basis. Häufig war er zu einer förmlichen Endscheibe geworden, so dass das hintere Stielende etwas Aehnlichkeit mit einem Copirstempel oder einem kreisrunden Petschaft hatte. Jedenfalls war immer eine breitere Endfläche vorhanden, die schon der Form nach ihre Aufgabe erkennen liess, als Träger der Nervenendigungen zu dienen.

Wie oben auf S. 27 von mir hervorgehoben wurde, liess sich eine derartige starke Abschnürung des Endknopfes in den mit MÜLLER'scher Lösung behandelten Zupfpräparaten nur selten nachweisen. Meiner Ansicht nach hatte sich hier die Form des Endknopfes naturgetreuer conservirt, als in diesen Goldpräparaten, in welchen eine Schrumpfung der Stielsubstanz bestand. Dass die mit den Nervenendigungen versehene Endfläche diesem Schrumpfungsprocess weniger unterlag, ist bemerkenswerth und bewirkte, dass die Form des Endknopfes sich in den Goldpräparaten der Scheibenform nähern konnte.

Die Nervenendigungen selbst waren in den Goldpräparaten nicht klar zu erkennen, hauptsächlich wohl in Folge der intensiven Färbung des Endknopfes. Man sah nur, dass sich an der Hinterfläche und zwar derselben dicht angelagert und zum Theil eingedrückt eine schwach gefärbte Substanz befand, in welche die Endnerven übergingen. An günstigen Stellen liessen sich ziemlich deutlich ähnliche Endzeichnungen wahrnehmen, wie sie oben von mir beschrieben worden sind. Diese Bälkchen konnten sich auch auf die Seitenflächen des Endknopfes erstrecken. An keiner anderen Stelle indessen, weder an der Platte, noch am Stiel, habe ich in den Goldpräparaten sonst Nervenendzeichnungen, wenn auch nur in Andeutungen, wahrnehmen können. Die Goldpräparate brachten mir also in jeder Weise eine Bestätigung meiner obigen Beschreibung.

In Folge der Nachwirkung der angewandten starken Ameisensäure waren die innersten Bindegewebslagen der Nervenhülle stark gequollen, breit und hell durchsichtig. Hierdurch wurden auch die Spindelanschwellungen, in welchen sich gewöhnlich mehr oder weniger dichte Nervenaufknäuelungen erkennen liessen, in ihrer Form verunstaltet, oft kugelig oder unregelmässig.

Auch die Stielhüllen, besonders die innere, waren gequollen. Bei dem Zerzupfen wurden die Stiele oft gezerrt und lang ausgezogen, wobei die gequollene, dehnbar gewordene Bindesubstanz der Hüllen nachgeben konnte, während die Stielsubstanz selbst dann mehrfach der Quere nach zerriss. Ich fand daher in den Zupfpräparaten die Stielsubstanz innerhalb der Hüllen oft der Quere nach zerfallen.

In den Nerven, besonders den gröberen, hatte sich die Markscheide mehr oder weniger dunkel-violett imprägnirt und sah körnig aus. Auch die kurzen Marksegmente in den Endnerven und in den Spindelanschwellungen bis gegen den Endknopf hin zeigten meist eine deutliche Färbung.

Zweimal konnte ich in diesen Zupfpräparaten als sehr seltenes Vorkommniss feststellen, dass zwei lange Endnerven neben einander zu einem und demselben Endknopf hinzogen, um dort zu endigen.

In den Schnittpräparaten durch das Goldmaterial waren oft die Stäbchen an der Vorder- und Hinterseite der Platte leicht gefärbt und recht deutlich, so dass die oben hervorgehobenen Unterschiede gut hervortraten. Auch in diesen Goldpräparaten machten die Stäbchen, besonders an der Hinterseite, oft den Eindruck, als wären sie mit kleinen Körncheneinlagerungen versehen. Auch wollte es bisweilen scheinen, als wäre das freie Ende leicht knöpfchenartig verdickt. Die Plattensubstanz selbst erschien durchsichtig. Die groben gekörnten Fäden waren nicht mehr zu sehen; statt derer fanden sich in der Umgebung der Kerne grosse, hell-violett gefärbte Bläschen und Tröpfchen, ohne Zweifel die gequollenen Körner der Fäden.

In den Schnitten sowohl als in den Zupfpräparaten fielen mir in dem Bindegewebe hinter den Platten

grössere, rundliche oder auch etwas unregelmässige Zellen mit körnigem Protoplasma und rundlichem Kern auf, von welchen sich oft eine zarte Zellmembran abgelöst hatte.

Das Osmiummaterial zeichnete sich dadurch aus, dass die gekörnten Fadenbildungen in der geschrumpften Platte ausserordentlich deutlich hervortraten. Die unregelmässig hin und her gebogenen Fäden hoben sich in den in Wasser untersuchten Zupfpräparaten in Folge ihrer starken Lichtbrechung von der Plattensubstanz sehr scharf ab. Die in dieselben eingelagerten Körner waren nicht gequollen und nur wenig grösser als der Fadendurchmesser selbst. Ihre Anordnung war dieselbe wie oben geschildert. Stellte man eine isolirte Platte der Fläche nach ein, so wurden ausser den von der Kerngegend ausgehenden Fäden zwischen den Kernterritorien noch zahlreiche, schon dicht unter der vorderen Punktirung auftauchende Körnerfäden sichtbar, welche gewöhnlich zu kleinen, unregelmässigen, mehr oder weniger zahlreichen, in die Tiefe vordringenden Gruppen zusammenlagerten.

In den gröberen, dicht hinter der inneren Organhülle gelegenen Nerven war in meinen Präparaten die Markscheide intensiv geschwärzt und entsprechend den LANTERMANN'schen Incisionen in zahlreiche kleine cylindroconische Segmente perlschnurartig zerfallen, so dass die RANVIER'schen Schnürringe nicht mehr deutlich zu unterscheiden waren. Auch an den mittelstarken Organnerven und ihren Verzweigungen konnte ich hinsichtlich der Schnürringe an meinen Osmium-Präparaten nicht immer völlige Klarheit erhalten; soweit ich zu erkennen vermochte, lagen die Schnürringe in grösseren Abständen 0,07—0,2 mm oder auch noch mehr von einander entfernt, je dünner die Aeste, um so kleiner die Abstände. Jedem von zwei Schnürringen abgegrenzten Segment schien, wenigstens an den feineren Aesten, immer nur ein Kern zu entsprechen, wie es an den kurzen Marksegmenten der Endnerven stets der Fall war. In die Substanz des Organgewebes war die Osmiumsäure nur schwer eingedrungen, so dass die Nervenramificationen im Innern der Stücke oft keine Markfärbung zeigten. Besonders galt das für die Endnerven. An günstigen Stellen habe ich jedoch auch in den feineren Verästelungen und in den Endnerven eine Markfärbung wiederholt gesehen; in den Endnerven bis gegen den Endknopf hin sah die dünne Markmasse der kleinen Nervensegmente dunkelgrau und feinkörnig aus.

In dem mit FLEMMING'scher Lösung behandelten Material war die Plattensubstanz geschrumpft, jedoch ohne dass es zur Bildung einer Schrumpfungslinie gekommen war. An den weniger geschrumpften Platten, die mehr dem Innern der Stücke entnommen wurden, liess sich in dünnen Schnitten nach Färbung mit Gentianaviolett bei Untersuchung in Wasser das feine Netzgerüst sehr schön wahrnehmen, die dicht verfilzten Fädchen und Fädchenzüge waren gut zu unterscheiden.

In allen Präparaten aus FLEMMING'scher Lösung hatten sich die Stäbchen sehr gut conservirt und traten sehr scharf hervor. In Wasser ungefärbt untersuchte Zupfpräparate zeigten im Flächenbilde die Punktirung und in Kantenansichten die Stäbchen an der Vorder- und Hinterseite der Platte in ihren charakteristischen Unterschieden mit ausgezeichneter Prägnanz. Der Einschluss in Glycerin wirkt schon zu aufhellend, so dass die Schärfe des Bildes leidet, wenn auch Strichelung und Punktirung noch gut erkennbar bleiben. Besser eignet sich hierfür der Einschluss der Präparate in Kali aceticum.

Die Stäbchen scheinen am Endknopf und am hinteren Stieltheil in der That zu fehlen, wenigstens habe ich sie dort auch in meinen Präparaten aus FLEMMING'scher Lösung nicht mit Sicherheit zu erkennen vermocht. Im Bereiche des Trichters und des Trichterfeldes sind sie dagegen, wie oben von mir geschildert, auch in den Präparaten aus FLEMMING'scher Lösung sehr schön zu sehen.

Das Relief des centralen Plattentheils trat auch in den Präparaten aus Osmiumsäure und FLEMMING'scher Lösung an gut isolirten Platten mit anschaulicher Plastik hervor.

Die Nervenendigungen an dem Endknopf liessen dagegen sowohl an dem Osmiumsäure-Material wie in den Präparaten aus FLEMMING'scher Lösung die wünschenswerthe Klarheit vermissen; was sich davon erkennen liess, deckte sich mit meiner obigen Schilderung.

An den mittelstarken Nerven beobachtete ich in den Gold- und Osmium-Zupfpräparaten mehrfach Viertheilungen der Nervenfaser, was mir früher nicht geglückt war (vgl. Seite 40). Aber auch 5-, 6-, 7- und 9-fache Theilungen der Nervenfaser kamen mir des öfteren zu Gesicht; die markhaltige Faser zerfiel plötzlich in zahlreiche Aeste, welche gewöhnlich noch eine kurze Strecke neben einander verliefen, bevor sie mit einem Male allesammt nach verschiedenen Richtungen auseinandergingen. An der Theilstelle bestand stets eine sehr deutliche Markunterbrechung. Die aus solchem mehrfachen Zerfall hervorgegangenen Theiläste zeigten bisweilen in weiterer Entfernung eine 4-fache Theilung. An den feineren Nervenästen bestanden nur dichotomische Theilungen, hier und da auch trichotomische. Der Theilungsmodus an den Endbäumchen schien ausschliesslich ein dichotomischer zu sein. Die polytomen Fasertheilungen fanden sich stets nur an den gröberen Nervenästen alsbald nach ihrem Eintritt in das elektrische Organ. Dadurch erklärt sich auch, weshalb ich sie in meinen früheren Zupfpräparaten aus MÜLLER'scher Lösung nicht angetroffen habe. Denn ich musste an den letzteren die innere Organhülle entfernen, um das elektrische Gewebe zur Isolirung der Platten frei zu bekommen. Damit waren denn auch die gröberen, unter der Organhülle gelegenen Nervenäste verloren gegangen. An den mit Osmium und Gold behandelten Stücken wurde die innere Organhülle mit verzupft.

Dieser Befund polytomer Fasertheilungen im *Malopterurus*-Organ ist von Interesse, weil er den Uebergang vermittelt zu den merkwürdigen, noch viel weiter gehenden, 12—25-fachen Nervenfasertheilungen, welche von WAGNER im elektrischen Organ der *Torpedo* an der Aussenfläche der Prismen entdeckt wurden und welche als „WAGNER'sche Büschel" des *Torpedo*-Organs bekannt sind.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass die der Vorderfläche der Platte angelagerten Zellen nach den drei Methoden (Goldchlorid, Osmium, FLEMMING'sche Lösung) sehr gut zur Darstellung gelangten und dasselbe Aussehen zeigten, wie es nach Pikrinsäure-Präparaten auf Tafel VII von mir abgebildet ist. Besonders in den Goldpräparaten waren die feinen, sich verzweigenden, mit den Nachbarzellen in Verbindung stehenden Zellfortsätze an gelungenen Stellen ausgezeichnet deutlich.

V. Vergleichung der elektrischen Platte von Malopterurus mit den Elektroplaxen der anderen elektrischen Fische (Gymnotus, Torpedo, Raja, Mormyrus)[1].

Vor zwei Jahren habe ich in einer Mittheilung im Anatomischen Anzeiger, Bd. XIII, No. 4, (16) auf die Uebereinstimmung des feineren Baues der elektrischen Organe bei den stark elektrischen und schwach elektrischen Fischen hingewiesen. Ich stützte meine Mittheilung damals auf die Befunde, welche ich bei *Torpedo* und *Raja clavata* erhalten hatte. Inzwischen konnte ich auch vom Zitteraal gutes Material untersuchen und in den Elektroplaxen dieses gewaltigsten der Zitterfische die gleichen Structuren nachweisen. Ganz kürzlich ist auch für die Mormyriden OGNEFF (213) meiner Ansicht beigetreten und hat in der Platte dieser schwach elektrischen Nilfische ganz ähnliche Structuren beschrieben, wie sie von mir als für die elektrischen Organe charakteristisch hervorgehoben wurden.

Wie stellt sich hierzu nun der feinere Bau der Zitterwels-Platte?

Am besten vergleicht man die innere Zusammensetzung der Elektroplaxe mit dem Bau der Myoplaxe, d. i. der quergestreiften Muskelfasern, ein Vergleich, welcher um so mehr berechtigt ist, als wir ja seit BABUCHIN wissen, dass die Elektroplaxe von *Torpedo*, *Raja* und *Mormyrus* durch directe Umwandlung aus quergestreiften embryonalen Muskelfasern, den Elektroblasten, hervorgegangen sind. Beide können als eigenartig modificirte, vielkernige Riesenzellen angesehen werden, welche von einer structurlosen Haut, dem Elektrolemm resp. dem Sarcolemm, umgeben werden. An Stelle der specifischen, mit Contractionsfähigkeit ausgestatteten, quergestreiften Fibrillen treffen wir in den Elektroplaxen das specifisch elektrische, feinste Netzgerüst mit seiner Zwischensubstanz. Diese specifische Structur ist wohl ebenso ein Derivat des Bildungsplasmas der Elektroblasten, wie die contractile Fibrillenmasse durch Umformung des Protoplasmas der Myoblasten entstanden ist. Protoplasmatische Reste erhalten sich sowohl in den quergestreiften Muskelfasern zwischen den Fibrillen und Fibrillenbündeln in Form des Sarcoplasmas als auch innerhalb der lamellär metamorphosirten Ueberbleibsel der quergestreiften Fibrillenmasse der Elektroblasten in dem schwach elektrischen Organ von *Raja*; wenigstens können die bei *Raja* von mir in der Lamellenmasse nachgewiesenen feinen Netze aller Wahrscheinlichkeit nach wohl so gedeutet werden. Die Möglichkeit, ob auch diese Sarcoplasmareste bei der Weiterentwickelung der schwach elektrischen Organe sich direct zum elektrischen Netzgerüst umbilden können, habe ich in meiner *Raja*-Arbeit bereits erörtert.

Die Elektroplaxe für enorm vergrösserte motorische Endplatten erklären und damit identificiren zu wollen, ein Versuch, welcher von früheren Autoren gemacht ist, erscheint mir nach den Befunden der mikroskopischen Untersuchung unzulässig. Vielmehr entspricht der motorischen Endplatte die Nervenendigung der elektrischen Nerven, welche der Elektroplax äusserlich aufgelagert ist.

Von den Nervenendigungen abgesehen, konnte ich als wesentliche, gemeinschaftliche Structuren der Elektroplaxe bei den oben genannten elektrischen Fischen nun nachweisen: die feinfädige Gerüstsubstanz, die Plattenkerne, die Stäbchen und das Elektrolemm. Dazu kommen bei den stark elektrischen Fischen noch die Körnereinlagerungen resp. bei den schwach elektrischen die metamorphosirten Reste der quergestreiften Muskelfibrillen.

Betrachten wir diese Bestandtheile im Hinblick auf den Zitterwels etwas näher!

---

1) Von *Gymnarchus niloticus* CUV. konnte ich bis jetzt noch kein gutes Material untersuchen, so dass ich kein eigenes Urtheil habe, ob dieser Nilfisch in der That elektrische Organe besitzt oder nicht.

1) Das feinfädige Netzgerüst hat überall ziemlich das gleiche, von mir näher beschriebene Aussehen. Bei *Torpedo*, *Raja* und theilweise auch noch bei *Gymnotus* imprägnirt es sich nach der GOLGI'schen Methode, bei *Malopterurus* und, wie es nach OGNEFF scheint, auch bei den Mormyren, dagegen nicht. Zur mächtigsten Entfaltung gelangt dieses Gewebe bei dem Zitteraal, nächstdem bei dem Zitterwels. Dadurch, dass es bei *Gymnotus* und *Malopterurus* auch in die Plattenfortsätze eindringt, erfährt es eine, besonders bei *Gymnotus*, erhebliche Vermehrung. In der dünnen Platte von *Torpedo* ist es im Einklang mit dem Durchmesser der Platte nur in dünner Schicht vorhanden, aber in sehr charakteristischer Weise differenzirt. Bei *Raja* kommt es im Vergleich mit der dicken Lamellensubstanz der Innenschicht nur zu einer relativ geringen Entwickelung. Auch bei den schwach elektrischen Mormyren scheint das Netzgerüst, wenn auch vorhanden, so doch nur gering ausgebildet zu sein. OGNEFF (213, p. 591) sagt darüber: „Es ist interessant, zu bemerken, dass man hier eine zarte, netzförmige Structur antrifft, die sehr an die von BALLOWITZ in den Platten von *Torpedo*, *Raja* und *Gymnotus* beschriebene erinnert. Doch ist, wie es scheint, eine solche Structur bei den Mormyriden nicht so klar ausgeprägt, wie bei den erwähnten Fischen."

Aus diesem Vergleiche scheint mir hervorzugehen, dass die Ausbildung und Massenentfaltung der Netzstructur in geradem Verhältniss zu der elektromotorischen Kraft steht, über welche die Platten verfügen: je dicker diese Substanzlage, je selbständiger ihre Ausbildung, um so grösser die elektromotorische Wirksamkeit der Elektroplax.

2) Die Plattenkerne liegen stets innerhalb des soeben beschriebenen Netzgerüstes in bestimmten, ausgesparten Hohlräumen desselben; nur bei gewissen *Raja*-Arten, bei welchen die Ausbildung des elektrischen Gewebes auf sehr niedriger Stufe stehen geblieben ist, werden sie auch zwischen den lamellär umgewandelten Resten der quergestreiften Fibrillenmasse häufiger gefunden. Die Kerne sind bei den einzelnen Fischgattungen verschieden gross, zeichnen sich bei allen aber durch eine rundliche oder auch etwas längliche, bläschenförmige Gestalt und ein grosses, kugelrundes Kernkörperchen aus. Bei *Torpedo* sind sie von einem hellen Hofe, bei *Gymnotus* von nur wenigem, bei *Raja* von ganz ansehnlichem Protoplasma umgeben. Bei *Malopterurus* fehlt ein derartig deutlich ausgebildeter Hof um die Kerne; dabei muss aber auf die eigenthümlichen, hauptsächlich von der Kerngegend ausgehenden verzweigten Fadenbildungen hingewiesen werden, welche vielleicht Reste des Bildungsplasmas von besonderer morphologischer Differenzirung darstellen. Auch bei *Mormyrus* scheint nach OGNEFF eine Protoplasmaschicht um die Kerne herum zu fehlen.

Ebenso variirt die Lage und Anordnung der Kerne. Bei *Torpedo* und *Malopterurus* (hier abgesehen vom centralen Trichterfeld) liegen sie in einer einzigen breiten Zone. Bei *Gymnotus*, *Raja* und *Mormyrus* dagegen bilden sie sowohl an der Vorder- wie an der Hinterfläche je eine Lage. Sie dringen auch in die Fortsätze der Plattensubstanz (*Gymnotus*, *Malopterurus*, *Raja*) ein.

3) Auf die Stäbchen, das den elektrischen Organen eigenthümliche Structurelement, bin ich schon in meiner *Gymnotus*-Arbeit (19) näher eingegangen und habe ich dort Vergleiche angestellt, worauf ich hier verweisen möchte.

Die Stäbchen traf ich in zwei Formen an, mehr stiftartig und mehr fädchenartig. Die stiftartigen Bildungen wurden bei *Torpedo*, *Raja clavata* und *Malopterurus*, bei letzterem an der Vorderfläche der Platte und im Bereiche des Stiels, gefunden. Die mehr fädchenartigen Stäbchen kamen bei *Gymnotus* und bei *Malopterurus*, bei diesem an der Hinterfläche des peripherischen Plattentheiles, zur Beobachtung.

Bei *Torpedo* finden sich die Stäbchen nur an der Hinterfläche, ebenso bei *Gymnotus*, während sie bei *Raja clavata* nur an der Vorderfläche gelegen sind. Allerdings habe ich auch an der Vorderfläche der *Gymnotus*-Platte und an der Hinterfläche der Elektroplax von *Raja clavata* in der an das Elektrolemm anstossenden

Fädchenmasse des Netzgerüstes parallelfädige Anordnungen beobachtet, dieselben konnten aber nicht als eigentliche Stäbchen angesprochen werden. Bei *Malopterurus* besitzen beide Plattenseiten Stäbchen, welche sich, wie bei *Gymnotus*, auch auf die Plattenfortsätze erstrecken.

Bei *Torpedo* stehen die Stäbchen, wenigstens bei dem erwachsenen Thier, ihrer Anordnung nach in innigster Beziehung (wenn auch in keinem organischen Zusammenhange) zu den Nervenendigungen, denen sie der Lage nach entsprechen; bei Embryonen und noch jungen Thieren sind sie dagegen an der Plattenunterseite noch gleichmässig verteilt (vgl. OGNEFF, 212). Anders bei *Raja*, *Gymnotus* und *Malopterurus*. Ich habe früher (17, 19) schon darauf hingewiesen, dass sich die Stäbchen hier von den Nervenendigungen völlig emancipirt haben und von denselben ganz unabhängige Bildungen darstellen. Besonders gilt das nach meiner obigen Beschreibung für *Malopterurus*. Lagern doch bei diesem Zitterfisch die Nervenendigungen ausschliesslich an dem kleinen Bezirk des Endknopfes, während die Stäbchen an der ganzen grossen Plattenoberfläche angetroffen werden, also auch an der Plattenseite, welche dem Nervenzutritt gerade gegenüber liegt. Bei *Raja* und *Gymnotus* sind die eigentlichen Stäbchen zwar auch unabhängig von den Nervenendigungen, sind aber doch auf die Plattenseite allein beschränkt, zu welcher die Nervenenden hintreten.

Ganz kürzlich haben OGNEFF (213) und RETZIUS (236) auch in den elektrischen Organen von *Mormyrus* und *Raja radiata* stäbchenartige, parallelfädige Bildungen aufgefunden. Ihre Beobachtungen verdienen um so mehr Interesse, als sie an denjenigen schwachelektrischen Organen gemacht wurden, welche ohne Zweifel auf der niedrigsten Stufe der Ausbildung stehen geblieben sind.

Bei den Mormyren sind es nach OGNEFF „dünne, sehr nahe an einander gereihte, gerade, perpendiculär zu den Flächen der Platten und den sie bedeckenden Membranen stehende, fibrilläre Stäbchen. Die gegen die Oberfläche gerichteten Enden der Stäbchen berühren die Membran, hier in der Flächenansicht das Bild einer Punktirung verursachend, während die nach innen gekehrten Enden von der Muskelschicht durch eine dünne Zwischenlage einer homogenen Substanz getrennt sind. Das Zerfallen der Stäbchen in Reihen von Pünktchen kann nur an unvollkommen fixirten Präparaten beobachtet werden.“ (L. c. p. 587.) „Diese Stäbchen, welche die ganze Rindensubstanz durchsetzen, überraschen bei den Mormyriden durch ihre im Vergleich mit solchen bei anderen elektrischen Fischen bedeutende Länge, sowie dadurch, dass sie im Querschnitt der Platte verschiedene Länge haben und zwar so, dass die nach dem Innern der Platte gekehrten Enden der einen mehr, der anderen weniger hervortreten, daher die Linie, die im Querschnitt diese Enden mit einander verbindet, keine gerade, sondern eine wellenförmige ist“ (213, p. 588). „Wenn man die Stäbchen der vorderen und der hinteren Plattenflächen vergleicht, so findet man keinen anderen merklichen Unterschied als den, dass diejenigen der ersteren etwas länger sind.“

Auch RETZIUS (236) hat bei *Raja radiata* und zwar vermittelst der GOLGI'schen Methode „perlschnurartig körnige Fäserchen“ nachgewiesen, „welche überall dieselbe Gestalt darbieten und nie verzweigt zu sein scheinen, dicht neben einander und mit einander parallel die ganze Dicke der Rindenschicht durchlaufen, indem sie mit wenig scharf abgesetzter Grenze gegen die Innensubstanz stehen und bis an die obere (vordere) Fläche der Rindenschicht reichen. Die meisten Fäserchen sind senkrecht gegen die Oberfläche angeordnet.“ Auch RETZIUS fand ebendiese „moniliformen“ Fädchen nicht auf die mit den Nervenendigungen versehene Vorderfläche der länglichen Elektroplaxe allein beschränkt, sondern auch in der lateralen Rindenschicht, die vollkommen frei von Nervenanlagerungen ist.

Wie mir scheinen möchte, handelt es sich hier um die primitivste Form der Stäbchenbildungen, welche die ganze Plattenoberfläche innerhalb der Rindensubstanz noch gleichmässig überziehen. Bei *Mormyrus* ist schon eine Differenzirung insofern angebahnt, als die Fädchen der hinteren, dem Nervenzutritt entsprechenden Plattenfläche schon etwas kürzer geworden sind. Bei den übrigen elektrischen Fischen, besonders den stark

elektrischen, ist die Differenzirung noch weiter gegangen. Dabei sind wohl jedenfalls die kurzen, stiftförmigen Stäbchen von *Torpedo, Raja clavata* und *Malopterurus* (Vorderfläche der Platte und Plattenstiel) als höhere Formen zu betrachten, während die fädchenartigen an der Plattenhinterfläche von *Gymnotus* u. desgl. von *Malopterurus* mehr an die primären Formen erinnern. Die parallelfädigen Zusammenlagerungen des Netzgerüstes, welche ich an der Vorderfläche der *Gymnotus*-Platte und an der Hinterfläche der Elektroplax von *Raja clavata* beschrieben habe, sind am wenigsten scharf charakterisirt und machen fast den Eindruck, als ob es sich hier schon um Rückbildungen der primären Stäbchenformen handele.

Obgleich die Stäbchen der Innenfläche des Elektrolemms angeheftet sind, müssen sie doch wohl als protoplasmatische Bildungen aufgefasst werden. Ob sie als umgebildete Reste der quergestreiften Fibrillen der Elektroblasten anzusehen sind, wie es Ogneff (212) (bei *Torpedo*) wenigstens für einen Theil derselben behauptet hat, oder ob sie, was mir wahrscheinlicher erscheinen möchte, directe Umformungen des Mitoplasmas der Elektroblasten sind, müssen weitere Untersuchungen über die intimeren Umwandlungsvorgänge in den Elektroblasten lehren.

4) Ueber das Elektrolemm kann ich kurz hinweggehen. Dasselbe stellt, ähnlich dem Sarcolemm, eine structur- und kernlose, feine Membran dar, welche die Elektroplax in ganzer Ausdehnung umhüllt und von mir bei allen elektrischen Fischen constatirt wurde. Kürzlich haben es auch Ogneff (213) bei *Mormyrus* und Retzius (236) bei *Raja radiata* nachgewiesen.

5) Schliesslich sei auf die in die Plattensubstanz eingelagerten Körner hingewiesen, welche sich nur bei den stark elektrischen Fischen vorfinden und bei *Torpedo* schon seit lange bekannt sind. Sie wurden von mir auch bei *Gymnotus* und *Malopterurus* nachgewiesen. An Stelle dieser Körner treten bei den schwach elektrischen Fischen die eigenthümlichen, von den Elektroblasten noch überkommenen, modificirten Reste der quergestreiften Muskelfibrillen auf, bei *Raja* in Form von Lamellen, bei *Mormyrus* in Gestalt von quergestreiften Bündeln. Es liegt nahe, wie ich es schon früher (17) ausgeführt habe, diese beiden Bildungen in Beziehung zu bringen und zu vermuthen, dass die Körner vielleicht den letzten Rest der Muskelfibrillenmasse der Elektroblasten bei den stark elektrischen Fischen repräsentiren. Dafür scheint mir eine Beobachtung zu sprechen, welche Retzius (236) ganz kürzlich an dem elektrischen Organ von *Raja radiata*, unzweifelhaft dem primitivsten von allen, gemacht hat. Retzius sagt darüber (236, p. 92): „In dem Schwanzausläufer nimmt man nur selten eine wirkliche Querstreifung wahr; die lamelläre Innensubstanz senkt sich selten in den Ausläufer hinab, obwohl in dickeren Exemplaren in ihm Andeutungen von solchen Streifen vorkommen können. Dagegen bemerkt man in der Axe fast immer eigenthümliche, sich in Anilinfarben stark tingirende Fäden, welche einzeln oder in Gruppen liegen. Ich sehe hier und da an diesen Fäden Querstreifen. Sie haben auf mich den Eindruck gemacht, als ob sie mit quergestreiften Muskelfibrillen verwandt seien, was, wenn es sich bestätigen sollte, gewiss von Interesse ist.“ Da der „Schwanzausläufer“ den hinteren in Rückbildung begriffenen Theil der Elektroblasten von *Raja radiata* darstellt, in welchen sich, wie es aus den Untersuchungen von Ewart (100—103) hervorzugehen scheint, die quergestreifte Fibrillenmasse ursprünglich hineinerstreckte, so ist es in hohem Grade wahrscheinlich, dass diese „Fäden“ die letzten Reste der quergestreiften Masse sind. Die „Fäden“ von *Raja radiata* erinnern nun, was ihr Aussehen, ihre starke Färbbarkeit, ihre Gruppirung anbetrifft, sehr an die Körnerbildungen bei *Torpedo, Gymnotus* und *Malopterurus*. Besonders von letzterem habe ich oben geschildert, dass die Körner der Plattenhinterfläche sehr häufig dicht über einander geschichtet sind, so dass förmlich quergestreifte Fäden entstehen; allerdings sind hier die Körnerfäden nicht so starr gebogen, wie sie in den Zeichnungen von Retzius (l. c. Tafel XXI, Fig 5 u. 6) aussehen. Diese Aehnlichkeit der beiden Bildungen habe ich deswegen so besonders betont, weil sie im Hinblick auf die vermuthliche Genese des *Malopterurus*-Organs (siehe unten) von ganz besonderem Interesse ist. Genaue Untersuchungen über die Entwickelung des elektrischen Organs müssen weitere Aufschlüsse darüber bringen.

Aus den obigen Vergleichungen geht hervor, dass die feinere Structur der *Malopterurus*-Platte sich in allen wesentlichen Punkten ebenso verhält, wie bei den anderen elektrischen Fischen. Nur die von der Gegend der Kerne ausgehenden Fäden sind der *Malopterurus*-Platte in dieser Ausbildung eigenthümlich, doch möchte ich hierauf kein besonderes Gewicht legen.

Dieses Ergebniss ist um so bemerkenswerther, als die Grösse und Form der Elektroplaxe und die Gestalt und Lage der elektrischen Organe bekanntlich bei den auch unter sich so verschiedenen Gattungen der elektrischen Fische sehr differiren.

Besonders für das Zitterwels-Organ ist die Uebereinstimmung der Structuren von Interesse und Wichtigkeit und zwar in doppelter Beziehung: im Hinblick auf seine Physiologie und auf seine Entwickelung.

Für die Physiologie der elektrischen Organe und eine zu begründende Theorie des Zitterfischschlages dürfte zunächst der Nachweis der Einheitlichkeit aller wesentlichen Structuren bei sämmtlichen elektrischen Fischen von Bedeutung sein, da die Einheitlichkeit der Structuren erstes Postulat ist, um bestimmtere Schlussfolgerungen und Vorstellungen über die intimeren physiologischen Vorgänge zu ermöglichen. Ich konnte nun kaum erwarten, als ich die Untersuchung der elektrischen Organe in Angriff nahm, nähere Aufschlüsse über die Physiologie der Elektricitäts-Entwickelung in den elektrischen Organen zu erhalten; kennt man zur Zeit doch auch die physikalische Natur dessen, was wir Elektricität nennen, noch zu wenig.

Nachdem sich die physikalisch-theoretischen Versuche COLLADON's und DU BOIS-REYMOND's, den Zitterfischschlag durch die Annahme elektrisch-dipolarer Molekel zu erklären, als verfehlt erwiesen haben und ihre „Molekular-Hypothese" als unhaltbar wohl allgemein verlassen ist, bleibt vor der Hand, wie mir scheint, nur der eine Weg, um zu positiven Resultaten zu gelangen: die Veränderungen festzustellen, welche durch die Thätigkeit des Organs in seiner Substanz entstehen müssen.

Die Methoden wären die chemische und die mikroskopische Untersuchung.

RÖHRMANN (241, p. 481) hat den ersteren Weg betreten und die chemische Zusammensetzung der elektrischen Substanz bei *Torpedo* vor und nach ihrer Thätigkeit untersucht. Nach seinen Resultaten scheint es, „als ob eine den Eiweisskörpern nahestehende Substanz die Kraftquelle für die Elektricität ist und dieselbe unter Bildung von in Aether löslichen Säuren liefert." Es bildet sich aber nur eine geringe Menge von Säure; das war auch die einzige Veränderung, welche sich bei der Thätigkeit des elektrischen Organs erkennen liess. Aus der Geringfügigkeit des gefundenen Unterschiedes zieht RÖHRMANN den Schluss, „dass der Stoffwechsel im elektrischen Organ quantitativ nur unbedeutend ist und dass die Erzeugung des elektrischen Schlages von *Torpedo* unter Verbrauch einer nur äusserst geringen Menge von potentieller Energie erfolgt", ein Ergebniss, welches überrascht im Hinblick auf die Stärke des im Schlage hervortretenden elektrischen Stromes und auf die hohe Leistungsfähigkeit des elektrischen Organs (siehe die Einleitung).

Die zweite Methode, die der mikroskopischen Untersuchung, ist überhaupt noch nicht versucht worden. scheint nach den Resultaten der chemischen Untersuchung von RÖHRMANN auch wohl keine sehr eklatanten Ergebnisse versprechen zu können. Es kommt darauf an, Stücke des unthätigen, ausgeruhten Organs und solche von dem gereizten und längere Zeit thätig gewesenen Organ nach genau denselben Methoden zu fixiren und weiter zu behandeln und sodann mikroskopisch zu untersuchen, um durch Vergleichung die Veränderungen festzustellen, welche eventuell durch die Thätigkeit des Organs in den feinsten Structuren der Elektroplaxe hervorgerufen werden. Besonders das Netzgerüst, die Stäbchen und auch die eingelagerten Körner wären dabei ins Auge zu fassen. Wie oben erwähnt, war mein *Malopterurus*-Material für diese Untersuchung nicht geeignet, da die Stücke von dem unthätigen und gereizten Organ nicht nach genau denselben Methoden behandelt waren.

Natürlich liegt es mir fern, auf Grund der Ergebnisse meiner vergleichenden mikroskopischen Untersuchungen eine Hypothese des Zitterfischschlages aufstellen zu wollen; davon sind wir, wie mir scheint, noch

weit entfernt. Eine einzige genau beobachtete Thatsache ist hier auch werthvoller als zehn Hypothesen zusammengenommen. Man kann zur Zeit eben nur aussagen, dass sich die Elektricitätsentwickelung auf den Reiz der äusserlich aufgelagerten, vom Centralorgan willkürlich oder reflectorisch in Erregung versetzten Nervenendigungen hin innerhalb der vom Elektrolemm umschlossenen Gewebssubstanz vollzieht.

Aber auch mit Bezug auf die specielle physiologische Eigenart des Zitterwels-Organs wurden meine Hoffnungen, welche ich an die mikroskopische Untersuchung der Elektroplaxe dieses Fisches wohl geknüpft hatte, nicht erfüllt. Wie ich in der Einleitung auf S. 5 näher ausgeführt habe, verhalten sich die Zitterwels-Platten ja genau entgegengesetzt wie die aller übrigen elektrischen Fische, indem die Seite des Nervenzutrittes im Momente des Schlages nicht elektro-negativ, wie bei diesen, sondern elektro-positiv wird. Dadurch entzieht sich das Zitterwels-Organ der „Pacini'schen Regel" (siehe Einleitung), welcher die sämmtlichen übrigen Zitterfische unterworfen sind. Bei dem Bestehen dieser physikalischen Polarität der Platte im Momente des Schlages könnte man mit einigem Recht geneigt sein, auch eine histologische Polarität in der Platte zu vermuthen. Eine solche wird auch in der That bei den der Pacini'schen Regel unterworfenen Fischen durch den Nervenansatz und die Lage der Nervenendigungen an der elektro-negativen Plattenseite gegeben. Dazu kommt bei *Torpedo, Gymnotus* und *Raja clavata,* dass auch nur dieser elektro-negativen Seite die echten Stäbchen angehören.

Ich hatte nun gehofft, bei dem abweichenden physikalischen Verhalten der thätigen *Malopterurus*-Platte auch abweichende, anders polarisirte Structurverhältnisse anzutreffen. Das ist aber nach meiner obigen Schilderung nur in geringer Weise der Fall. Die Netzgerüstsubstanz zeigt an beiden Flächen keine Differenzen, abgesehen von den Körnereinlagerungen, deren Bedeutung noch nicht klargestellt ist. Auch die Plattenkerne können für eine Polarität der Platte nicht verwerthet werden, wenn sie auch bei *Malopterurus* der Vorderfläche genähert sind; denn bei *Gymnotus* und *Raja* finden sie sich ja in genau gleicher Form und gleicher Vertheilung an beiden Plattenflächen. Somit bleiben nur noch die Stäbchen übrig, die allerdings, wie oben beschrieben, eine sehr auffällige Differenz erkennen lassen. Am Stiel, an dessen Ende die Nervenendigung sich anheftet, und an der vorderen, im Moment des Schlages elektro-negativen Seite besitzen sie einen ähnlich hohen Grad der Differenzirung vom Nachbargewebe, wie die Stäbchen der elektro-negativen Plattenseite von *Torpedo, Raja clavata* und in gewisser Hinsicht auch von *Gymnotus.* An der elektro-positiven Seite (abgesehen vom Trichter und Trichterstiel) sind sie dagegen nicht so bestimmt charakterisirt, zarter, mehr fädchenartig. Es besteht hier eine ähnliche Differenz zwischen beiden Seiten, wie zwischen den Stäbchen der elektro-negativen Plattenseite und den parallelen Fädchenanordnungen an der elektro-positiven Seite bei *Gymnotus* und *Raja clavata,* nur dass bei *Malopterurus* der Stäbchencharakter an beiden Plattenseiten hervortritt.

Wenn man will, lässt sich hinsichtlich der Stäbchen also eine Polarität der elektrischen Platte, im Besonderen auch für den *Malopterurus,* herausfinden. Ich wage aber nicht, hieraus weitergehende Schlussfolgerungen zu ziehen, zumal es sich hier um in histologischer Beziehung höchst subtile Bildungen handelt. So viel scheint indessen mit grösster Wahrscheinlichkeit aus diesen Befunden und Betrachtungen hervorzugehen, dass die Stäbchen und stäbchenartigen Fadenbildungen an den Plattenflächen für die Physiologie des Organs von wesentlicher Bedeutung sein müssen, wie ich das von vornherein betont habe.

Hinsichtlich der Nervenendigungen bleibt jedenfalls die Thatsache bestehen, dass sich das *Malopterurus*-Organ mit der „Pacini'schen Regel" nicht in Einklang bringen lässt, da ich die Nervenendigungen ausschliesslich am Endknopf, mithin an einer kleinen Stelle der im Momente des Schlages elektro-positiven Hinterseite der Platte, gefunden habe. Es wäre zu erwägen, ob der „Pacini'schen Regel" nicht mehr Wichtigkeit beigelegt wird, als ihr zukommt.

Auch für unsere Vermuthungen über die Entwickelung der *Malopterurus*-Platte kann der Nachweis der Uebereinstimmung ihrer feineren Structur mit der aller anderen elektrischen Fische nicht ohne Bedeutung sein.

Leider wissen wir zur Zeit noch nichts über die Fortpflanzung des *Malopterurus* und über die frühen Entwickelungsstadien seines elektrischen Organs. Junge Brut dieses Fisches ist noch nicht aufgefunden worden, obwohl besonders BABUCHIN sich am Nil auf das eifrigste darum bemüht hat. Die kleinsten Exemplare, welche dieser Forscher erbeuten konnte, waren 4—5 cm lang und vermochten schon Schläge auszutheilen, welche in der Hand ein „ziemlich empfindlich prickelndes" Gefühl verursachten. Das elektrische Organ war bei diesen Fischchen schon ganz ausgebildet und bestand aus sehr spärlichem Bindegewebe und den elektrischen „Endkörpern". Ueber die letzteren hat BABUCHIN indessen leider nichts weiter berichtet, als dass sie „aussahen wie ein Kolben mit abgeflachtem Boden".

Bekanntlich ist durch BABUCHIN (5, 6) zuerst der Nachweis geführt worden, dass die elektrischen Platten bei *Torpedo*, *Raja* und *Mormyrus* aus der directen Umwandlung ursprünglich quergestreifter embryonaler Muskelfasern (Elektroblasten) entstehen; bei den Mormyriden sollen dabei mehrere Elektroblasten mit einander zu einer Platte verschmelzen (vgl. 17, p. 286). Die Lamellensubstanz bei *Raja* und die quergestreiften Bündel bei den Mormyriden sind die letzten metamorphosirten Reste der quergestreiften Fibrillenmasse der Elektroblasten. Diese Entdeckung von BABUCHIN ist mehrfach bestätigt worden, für *Raja* vor allem durch die umfassenden, vergleichenden Untersuchungen von EWART (100—103) und kürzlich auch noch für *Torpedo* von OGNEFF (212). Besonders die Untersuchungen von EWART bieten ein hohes Interesse, weil sie zeigen, dass bei den *Raja*-Arten die Elektroplaxe eine sehr verschiedene Ausbildung erlangen und bei manchen Species auf einer niedrigen Stufe der Entwickelung stehen bleiben; die primitivste Form der Elektroplaxe fand EWART bei *Raja radiata*.

Auch für den Zitteraal ist die Herkunft des elektrischen Gewebes von quergestreifter Muskelmasse der Lage der Organe nach durchaus wahrscheinlich, wenn auch noch nicht erwiesen, da die Embryonen dieses Fisches noch nicht bekannt sind.

Bei dem Zitterwels stösst man dagegen auf Schwierigkeiten, wenn man sein elektrisches Organ auf die Umwandlung quergestreifter Musculatur zurückführen will. Denn wie FRITSCH (118, I) ausgeführt hat, scheint das Organ bei diesem Fisch dem Hautsystem anzugehören und einen integrirenden Bestandtheil der Hautschwarte zu bilden.

Wie wir oben (S. 11 und 12) gesehen haben, ist das elektrische Gewebe fest mit der Haut verwachsen und wird von zwei Hüllmembranen eingeschlossen, welche sich continuirlich auch auf die Hautflächen fortsetzen, welche ausserhalb des Bereiches des elektrischen Organs liegen. Nach innen wird das elektrische Gewebe durch die innere Organhülle und durch die voluminöse Schicht des Stratum subelectricum von der quergestreiften Rumpfmusculatur scharf abgegrenzt. Auch finden sich im Bereiche des Hautsystems nirgends Reste von quergestreiften Muskelfasern.

FRITSCH (108, p. 389) hat daher zuerst angenommen, dass die elektrischen Platten von *Malopterurus* aus glatten Muskelfasern hervorgehen sollten. Sodann liess er diese Annahme fallen und bezeichnete die Kolbenzellen der *Malopterurus*-Epidermis als vermuthliches Muttergewebe der elektrischen Platten; die letzteren sollen nach ihm aus der Umwandlung dieser epidermoidalen Zellen, welche FRITSCH mit Unrecht als „Schleimzellen" bezeichnet hat, hervorgegangen sein.

So ganz unmöglich wäre diese von FRITSCH angenommene Genese der *Malopterurus*-Platte nun nicht. Absolut dagegen könnte auch der Umstand nicht sprechen, dass ich in der *Malopterurus*-Platte genau dieselben Structuren nachgewiesen habe, wie sie sich bei allen übrigen elektrischen Fischen vorfinden, bei welchen die Herkunft der elektrischen Platten aus quergestreiften Elektroblasten nachgewiesen ist. Denn es können die gleichen physiologischen Anforderungen sehr wohl die gleichen histologischen Umformungen eines ursprünglich differenten Zellenmaterials nach sich ziehen.

Indessen scheint es mir denn doch unberechtigt zu sein, das *Malopterurus*-Organ in Gegensatz zu stellen zu sämmtlichen übrigen elektrischen Organen durch eine Annahme, die völlig in der Luft schwebt. Ich meinerseits möchte vor der Hand annehmen, zumal da eine völlige Uebereinstimmung der Structuren vorliegt (vgl. auch das oben auf Seite 64 über die Körnerbildungen Gesagte), dass auch das *Malopterurus*-Organ wahrscheinlich musculären Ursprungs sein wird. Nur ist eine Abtrennung der quergestreiften Elektroblasten-Matrix wohl schon so früh und so vollständig erfolgt, dass sich die ganze Anlage zu dem Hautsystem geschlagen hat. Auch bei den beiden anderen stark elektrischen Fischen sind die elektrischen Organe so selbständig geworden und so massig entfaltet, dass es am erwachsenen Thier nicht möglich ist, mit einiger Sicherheit zu sagen, welche Muskeln sich zu den elektrischen Organen umgebildet haben. Bei *Torpedo* wurde das nur durch die Untersuchung früher embryonaler Stadien ermöglicht. Auch bei dem Zitteraal ist es meiner Ansicht nach noch durchaus unklar, welcher Muskel sich in die gewaltigen oberen Organe des Schwanzes umgewandelt hat, obwohl an der musculären Herkunft dieser Organe wohl nicht gezweifelt werden kann. Warum soll das nicht auch für den *Malopterurus* Geltung haben? Bevor uns nicht die Entwickelungsgeschichte des *Malopterurus*-Organs eines anderen belehrt, bin ich daher der Ansicht, dass wir an der musculären Herkunft der Elektroplaxe auch dieses Fisches festhalten müssen.

Hoffen wir, dass die Embryonen des Zitterwelses bald gefunden werden!

VI. Kritische Literatur-Besprechung, zugleich ein Ueberblick über die historische Entwickelung unserer Kenntnisse vom Bau des Zitterwels-Organs.

Unsere Kenntniss vom Bau des Zitterwels-Organs ist in erster Linie an den Namen BILHARZ geknüpft. Das Wenige, was vor dem Erscheinen der klassischen Arbeit von BILHARZ im Jahre 1857 bekannt war, ist von diesem Autor bereits übersichtlich und kritisch zusammengestellt. In dem Folgenden kann ich mich daher auf seine Zusammenstellung beziehen.

Der eigentliche Entdecker des elektrischen Gewebes bei dem Zitterwels und seines Sitzes dicht unter der Haut ist BROUSSONET[1]), welcher in einer allerdings nur kurzen Notiz erwähnt, dass er an der Haut ein eigenartiges, weissliches, fibröses Gewebe unterscheiden konnte, in welchem er die Batterien des Fisches vermuthete[2]).

Die erste anatomische Beschreibung des Zitterwels-Organs hat ÉTIENNE GEOFFROY ST. HILAIRE[3]) gegeben, welcher als Begleiter der ägyptischen Expedition 1798 in Aegypten lebende Fische untersuchen konnte. Seine Beschreibung erstreckt sich auf die Lage und die gröberen Structurverhältnisse des Organs und lautet folgendermaassen: „Ce n'est pas sur les cotés de la tête, comme dans la torpille, ni au dessous de la queue, comme dans le gymnote engourdissant, que se trouve l'organe électrique dans le silure trembleur: il est étendu tout autour du poisson. Il existe immédiatement au dessous de la peau et se trouve, formé par un amas considérable de tissu cellulaire tellement serré et épais qu'au premier aspect on le prendrait pour une couche de lard: mais quand on y regarde de plus près, on s'aperçoit que cet organe est composé de véritables fibres tendineuses et aponévrotiques qui s'entrelacent les unes dans les autres, et qui, par leurs différents entrecroisements, forment un réseau dont les mailles ne sont distinctément visibles qu'à la loupe. Les petites cellules ou alvéoles de ce réseau sont remplies d'une substance albumino-gélatineuse; elles ne peuvent communiquer à l'intérieur à cause d'une très-forte aponévrose, qui s'étend sur tout le réseau électrique et qui y adhère au point qu'on ne peut le séparer sans le déchirer: d'ailleurs cette aponévrose tient seulement aux muscles par un tissu cellulaire rare et peu consistant."

Von deutschen Forschern zergliederte zuerst RUDOLPHI (1824)[4]) grössere (bis 21 Zoll lange) Malopteruren, welche HEMPRICH und EHRENBERG aus dem Nil gesammelt hatten. Er fand an ihnen die mediane bindegewebige Scheidewand auf, welche die elektrische Organmasse in eine rechte und linke Hälfte theilt. Ferner ergänzte RUDOLPHI die Angaben GEOFFROY ST. HILAIRE's über die Ausdehnung des Organs dahin, dass dasselbe den Kopf und die Gegend vor der Schwanzflosse freilässt. Die Organsubstanz besteht nach ihm „aus kleinen, länglich-rautenförmigen Zellchen, deren Wände blättchenartig an einander liegen".

Das von GEOFFROY ST. HILAIRE nur beiläufig erwähnte Bindegewebe zwischen Organ und Körpermusculatur beschreibt RUDOLPHI als „flockige Haut" näher, betrachtet es aber irrthümlich als ein zweites „inneres, elektrisches Organ".

---

1) BROUSSONET (39), Mémoire sur le Trembleur, espèce peu connue de poisson électrique. Histoire de l'Académie Royale des sciences, Année 1782. Avec les Mémoires de Mathématique et de Physique pour la même année (Paris 1785), p. 692.

2) l. c. p. 692: „Nous y avons bien distingué un tissu particulier, blanchâtre et fibreux que nous avons pris pour les batteries du poisson."

3) ÉTIENNE GEOFFROY ST. HILAIRE (127, 128), Mémoire sur l'anatomie comparée des organes électriques de la Raie Torpille, du Gymnotus engourdissant et du Silure trembleur. Annales du Musée d'Hist. nat., T. I, 1802, p. 392. — Derselbe, Description de l'Égypte, édit. Pankoucke, 1829, T. XXIV, Poissons.

4) RUDOLPHI (249), Ueber den Zitterwels. Abhandl. der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1824 (Berlin 1826), p. 137.

Den elektrischen Nerven hielt er, ebenso wie GEOFFROY ST. HILAIRE, für den Nervus vagus.

RUDOLPHI's „flockige Haut" wurde später von VALENCIENNES (1840)[1]) an Spirituspräparaten einer erneuten Untersuchung unterworfen. Diesem Autor gelang es, das subcutane Gewebe durch Maceration erst in zwei und dann in sechs und mehr Blätter zu zerlegen, ein Umstand, dem von VALENCIENNES zu viel Bedeutung beigelegt ist, und der sich bei dem lockeren, lamellären Gefüge des Gewebes leicht erklärt.

W. PETERS[2]) berichtigte 1845 den Irrthum RUDOLPHI's in Betreff eines zweiten elektrischen Organs und erklärte seine „flockige Haut" für ein „laxes Zellgewebe, welches durchaus nichts mit dem elektrischen Organ gemein hat, sondern den eigenthümlichen Bau des Zellgewebes und Bindegewebes zeigt". Eine Scheidung in einen rechten und linken Organtheil konnte PETERS an den von ihm untersuchten Exemplaren nicht sehen. Dieser Autor machte auch die ersten Angaben über den mikroskopischen Bau des elektrischen Organs, l. c. p. 377: „Bei der Untersuchung mit dem zusammengesetzten Mikroskop besteht das elektrische Organ aus einer äusserst feinen Haut, die sich leicht in feine Fältchen legt, welche man nicht mit Fasern verwechseln darf, und zweitens aus runden mikroskopischen Körperchen, welche eine gallertartige Masse zusammensetzen."

Etwas tiefer ist schon PACINI[3]) in die Structur des Zitterwels-Organs eingedrungen. Ueber die Veröffentlichung dieses Autors sagt BILHARZ l. c. p. 4:

„PACINI giebt nach Untersuchungen an Weingeistexemplaren eine ausführlichere Beschreibung der elektrischen Werkzeuge unseres Fisches, die durch Genauigkeit und Klarheit ausgezeichnet ist. Er schildert zuerst in sehr anschaulicher Weise die Lageverhältnisse und Verbindungen des elektrischen Organs, welches er, mit dessen beiden Ueberzügen zusammen, als „sacco fibro-elettro-cutaneo" bezeichnet, dessen Grenzen er aber weniger genau als RUDOLPHI angiebt. Ferner setzt er die beiden zwischen dem Organe und den Muskeln gelegenen Schichten: Bindegewebsschicht und Fettschicht, zuerst in ihr richtiges Verhältniss. Was die Structur des Organs selbst betrifft, so findet er es aus kleinen Hohlräumen zusammengesetzt, deren Gestalt sich auf die eines Octaëders zurückführen lasse und deren Weite ungefähr einen Cubikmillimeter betrage. Die Wände dieser Hohlräume bestehen nach ihm aus Bindegewebsfibrillen, und innerhalb derselben sah er viele Kerne, die ihm das Vorhandensein eines Epitheliums wahrscheinlich machen.

PACINI widerlegt ferner die bisher allgemein angenommene Angabe GEOFFROY ST. HILAIRE's, dass der elektrische Nerv ein Ast des Nervus vagus, und zwar der Ramus lateralis N. vagi sei. Er erklärt denselben für den ersten Rückenmarksnerven. Er verlasse die Rückenmarkshöhle zwischen dem ersten Wirbel und dem Schädel und besitze daselbst ein grosses Intervertebralganglion, in welchem er das elektrische Centralorgan vermuthet."

MARKUSEN[4]) erweiterte und berichtigte sodann die von PACINI über den Nervus electricus gemachten Angaben, indem er nachwies, dass der vom Rückenmark kommende elektrische Nerv isolirt durch das Ganglion geht, welches vom Nerven abpräparirt werden kann. Den Nerven selbst fand MARKUSEN mit einer Menge von Häuten (gegen 10—15) umgeben, die an und für sich sehr dünn waren, und mit der Eigenthümlichkeit, einen „Centralkanal" zu besitzen. In Betreff des letzteren bemerkt der Autor: „Mit diesem Centralkanal ging es mir sehr sonderbar. Als ich ihn das erste Mal sah, hielt ich ihn für eine doppelt contourirte Nervenfaser. Später aber fing ich an, an der Richtigkeit meiner Auffassung zu zweifeln. Es kam mir sonderbar vor, dass das verhältniss-

---

1) VALENCIENNES (273 und 274), Nouvelles observations sur l'organe électrique du Silure électrique (*Malopterurus electricus* LACÉPÈDE). Annales des sciences naturelles, Série II, T. XIV, Zoologie, Paris 1840, p. 241. — Derselbe, dasselbe, Archives du Muséum d'Histoire naturelle, T. III, Paris 1841, p. 43.

2) W. PETERS (218), Ueber den Bau des elektrischen Organs bei dem Zitterwels, *Malopterurus electricus* LACÉP. MÜLLER's Archiv für Anatomie, 1845, p. 375.

3) PACINI (217), Sopra organo elettrico del Siluro elettrico del Nilo, comparato a quello della Torpedine e del Gimnoto, e sull' apparecchio di WEBER nel Siluro comparato a quello dei Ciprini. Bologna 1846. Annali delle scienze naturali, Luglio 1846.

4) MARKUSEN (182), Mittheilung über das elektrische Organ des Zitterwelses. Bulletin de la Classe physico-mathémat. de l'Acad. Impér. de St. Pétersbourg, T. XII, No. 12/13 (21. Oct. 1853), p. 203, St. Pétersbourg-Leipzig 1854.

mässig grosse elektrische Organ jederseits nur eine einzige Primitivnervenfaser haben sollte, dann kam mir selbige zu breit vor, und ich schrieb damals an RUD. WAGNER bloss von einem Centralkanal. Spätere an in Chromsäure aufbewahrten Zitterwelsen angestellte Untersuchungen mit Vergleichung des elektrischen Nerven mit anderen Nerven desselben Thieres belehrten mich, dass der Centralkanal doch nichts anderes als eine breite, doppelt contourirte Nervenfaser sei, welche sich theile, weiter theile u. s. f."

In einer Anmerkung zu einer kurz vorher erschienenen Abhandlung über die Mormyriden hatte MARKUSEN [1]) schon mit Bestimmtheit ausgesprochen, dass der von den zahlreichen concentrisch um einander gelagerten Scheiden umschlossene „höchst feine" Faden des Nervus electricus „ein einziger Primitivnervenfaden" ist.

Im Jahre 1857 erschien das an Entdeckungen reiche, epochemachende BILHARZ'sche Werk [2]) über das elektrische Organ des Zitterwelses, durch welches der bis dahin so wenig bekannte *Malopterurus* mit einem Schlage zu dem am besten bekannten elektrischen Fisch erhoben wurde. Als Lehrer der Anatomie an der medicinischen Schule in Cairo hatte BILHARZ während der Jahre 1852—1856 Gelegenheit, über 100 frisch gefangene Zitterwelse aus dem Nil untersuchen zu können. Die Frucht seiner Forschungen legte er in seiner durch schöne Abbildungen auf 4 Tafeln illustrirten Monographie über das Zitterwels-Organ nieder.

In den ersten beiden Capiteln giebt BILHARZ eine genaue Beschreibung der Osteologie des Schädels und des vorderen Theiles der Wirbelsäule, sowie einen Ueberblick über die Topographie der Bauchhöhle des Zitterwelses, soweit diese Theile für den Durchtritt und den Verlauf des elektrischen Nerven von Bedeutung sind.

Das dritte Capitel bringt eine Schilderung der Zusammensetzung und der äusseren Form von Gehirn und Rückenmark unseres Fisches.

Von grosser Bedeutung ist Capitel IV, in welchem Ursprung und Verlauf des elektrischen Nerven dargelegt werden. Der Autor schildert Lage und Form der von ihm entdeckten beiden Riesenganglienzellen, deren Axencylinderfortsätze sich alsbald nach ihrem Ursprunge mit einer Markscheide umgeben, an der ventralen Seite des Rückenmarkes hervortreten und jederseits zu dem Nervus electricus werden. Das ganze rechte und das ganze linke Organ wird demnach nur von einer einzigen Ganglienzelle versorgt.

Der elektrische Nerv selbst verhält sich nach BILHARZ, „was Ursprung und Verlauf im Wirbelkanale betrifft, vollkommen wie eine motorische Wurzel. Man könnte ihn als dritten Rückenmarksnerven bezeichnen, welcher der sensitiven (hinteren) Wurzel entbehrte. Doch scheint es mir richtiger, ihn als ein neues, zwischen den zweiten und dritten Rückenmarksnerven eingeschobenes Element anzusehen".

Ferner hat BILHARZ den Durchtritt des elektrischen Nerven durch das erste Intervertebralloch, sowie sein Verhältniss zu den benachbarten Nervenwurzeln und Ganglien eingehend beschrieben.

Mit Bezug auf die Histologie des elektrischen Nerven weist der Autor nach, dass der von MARKUSEN erwähnte „Centralkanal" eine einzige, aus einem von einer Markscheide umgebenen Axencylinder bestehende Primitivfaser darstellt, welche sich einerseits in das Rückenmark einsenkt, um hier in den Axencylinderfortsatz der Riesenganglienzelle überzugehen, andererseits sich in ebenso viele Aeste und Zweige theilt, als Nervenäste und Zweige in das elektrische Organ eindringen. An der von MARKUSEN beschriebenen, geschichteten, dicken

1) MARKUSEN (181), Vorläufige Mittheilung aus einer Abhandlung über die Familie der Mormyren. Bulletin de la Classe physico-mathématique de l'Académie Impériale des sciences de St. Pétersbourg. T. XII, No. 1 (24. Juni 1853) St. Pétersbourg-Leipzig 1854, p 11, Anm.

2) BILHARZ (26), Das elektrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857. — Die Hauptresultate wurden von BILHARZ schon in den Jahren 1853—55 ECKER in Freiburg brieflich mitgetheilt und von letzterem veröffentlicht. Siehe (25) Beobachtungen des Dr. TH. BILHARZ in Cairo über den Zitterwels, mitgetheilt von Prof. A. ECKER in Freiburg, der Königl. Societät vorgelegt am 2. Mai 1853 von R. WAGNER, in: Nachrichten von der G.-A.-Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, No. 9, 20. Juni 1853, p. 134. Siehe auch: Berichte über die Verhandl. d. Gesellsch. f. Beförderung der Naturwissenschaften zu Freiburg im Breisgau, Sitzung vom 23. April 1853, 13. Jan. 1854, Nov. 1854, 25. Mai 1855; alles enthalten in Bd. I der Berichte, 1858.

Bindegewebshülle des Nervus electricus unterscheidet BILHARZ eine äussere, gefässhaltige und eine innere gefässlose, zartere Schicht.

Capitel V handelt von dem elektrischen Organ, dessen Lage, Ausdehnung und Verhältniss zur äusseren Haut, zur inneren Sehnenhaut und zum subaponeurotischen Bindegewebe eingehend beschrieben werden. In meiner obigen Arbeit habe ich schon mehrfach Gelegenheit gehabt, auf die Angaben des Autors einzugehen An dieser Stelle will ich nur noch die Mittheilungen besprechen, welche BILHARZ über den mikroskopischen Bau des *Malopterurus*-Organs gemacht hat. Diese Mittheilungen von BILHARZ sind für unsere ganze Kenntniss vom Bau der elektrischen Organe überhaupt von fundamentaler Bedeutung gewesen insofern, als BILHARZ am Zitterwels die morphologischen und elektromotorischen Einheiten, welche alle elektrischen Organe zusammensetzen, aufgefunden und als „elektrische Platten" bezeichnet hat. Der Autor wusste die Bedeutung seines Fundes sehr wohl zu würdigen und wies in dem vergleichenden Theil seines Werkes bereits nach, dass sich auch in den elektrischen Organen des Zitteraales und des Zitterrochens ähnlich gestaltete morphologische Einheiten als Elementarbestandtheile der Organe vorfinden, ohne freilich diese elektrischen Fische selbst untersucht zu haben.

Allerdings hat BILHARZ die Platten noch für eine flächenhafte Endausbreitung des Axencylinders und eine peripherische Anhäufung von Nervensubstanz, die „Nervenendplatte selbst", gehalten, welcher die Bedeutung eines peripherischen Centralorgans zukäme. „Da jede Platte, so zu sagen, ein Centralorgan ist, so hat der Nerv weiter nichts zu thun, als den Befehl zu überbringen" (l. c. p. 36).

Wie ich in meiner Abhandlung schon eingehender besprochen habe, beschreibt BILHARZ die Platten als kreisförmige Scheiben, welche in der Mitte dicker sind, gegen die Peripherie hin sich zuschärfen und einen verdickten Rand besitzen. Ihre Hinterfläche liegt der Vorderfläche der hinteren Fachwand an, welche von dem „Fasergerüste" des Organs gebildet wird. Die Bestandtheile des von mir näher geschilderten centralen Trichterfeldes, nämlich „die platte Hervorragung von länglich-rundem Umkreise", das „kleine, schiefe, trichterförmige Grübchen, welches genau der Verwachsungsstelle des Nervenstielchens gegenüber liegt", die „Einsenkung oder Höhle" an der Hinterfläche der Platte, werden in den wesentlichsten Grundzügen schon zutreffend beschrieben. Auch hat BILHARZ an der Vorderfläche schon „zahlreiche warzenförmige Erhabenheiten" gesehen, ebenso wie „von der centralen Hervorragung entspringende, 9—10 strahlenförmige, erhabene Falten, welche vielfach gewunden, sich theilend und verbindend, gegen die Peripherie hinziehen, allmählich niedriger werden und endlich in sanfte, wellenförmige Unebenheiten sich auflösen", eine Bildung, welche ihn „lebhaft an eine centrale Hochebene mit strahlenförmig von ihr auslaufenden Gebirgsketten erinnert" (l. c. p. 34). An der Hinterfläche, in der Höhe der Mündung der Höhle, habe ich jedoch „warzenförmige Hervorragungen", von welchen BILHARZ spricht, vermisst.

In Betreff der Zusammensetzung der elektrischen Platte unterscheidet BILHARZ

1) eine Membran und

2) einen davon umschlossenen Inhalt.

L. c. p. 34: „Bei beginnender Zersetzung und an Chromsäurepräparaten erkennt man, dass die ganze Oberfläche der Scheibe von einem äusserst zarten, structurlosen Häutchen überzogen ist. Im ersteren Falle (bei beginnender Zersetzung) verwandelt sich die Scheibe in ein Säckchen, dessen zarte Hülle unzählige feine Falten wirft, während die winzigen Körnchen des Inhaltes in lebhafter Molecularbewegung begriffen sind. Auf Querschnitten der Scheibe an Chromsäurepräparaten sieht man jederseits eine feine Linie als Ausdruck der zarten Hüllmembran."

Die von der Membran umschlossene Inhaltsmasse wird nach BILHARZ von drei Bestandtheilen gebildet:

„1) einer zäh-weichen, homogenen, glashellen, farblosen, schwach lichtbrechenden Grundmasse;

2) aus sehr feinen, farblosen Körnchen, welche in grosser Menge in der Grundmasse eingebettet liegen;

3) aus kugelrunden Kernen von $\frac{1}{220}$—$\frac{1}{330}'''$ Durchmesser, welche in Abständen von $\frac{1}{40}$—$\frac{1}{80}'''$ unregelmässig zerstreut sind. Jeder Kern besitzt ein helles, rundes, wandständiges Kernkörperchen von etwa $\frac{1}{1000}'''$ Grösse."

„Die genannten Bestandtheile der Inhaltsmasse finden sich in allen Theilen der Scheibe, doch bestehen in Bezug auf deren Gruppirung manche Verschiedenheiten. Im peripherischen Theile der Scheibe liegen die Kerne der vorderen Fläche der Scheibe genähert, während die Molecularkörperchen hauptsächlich gegen die hintere Fläche der Scheibe angehäuft sind. Im centralen Theile der Scheibe dagegen häufen sich die Körnchen hauptsächlich um die Kerne herum, wodurch kugelige Massen entstehen, die ganz das Aussehen kleiner Ganglienkörper haben" (l. c. p. 35).

Unzweifelhaft sind diese von BILHARZ gesehenen „Molecularkörperchen" die von mir oben näher beschriebenen Körner und bläschenartigen Körperchen. Das geht auch aus seiner Fig. 7 auf Tafel IV hervor, welche ein von der Fläche gesehenes Stück des peripherischen Theiles der elektrischen Platte darstellt und ein ganz ähnliches Bild zeigt, wie meine Zupfpräparate aus MÜLLER'scher Lösung bei schwächerer Vergrösserung: man sieht ausser den Kernen sehr zahlreiche kleinste Körnchen, welche hauptsächlich in der Nähe der Kerne angehäuft sind.

Dagegen kann ich BILHARZ nicht beistimmen, wenn er die Kerne in Beziehung zu den warzenförmigen Erhebungen der Plattenoberfläche bringt, indem er (l. c. p. 35) sagt, dieselben (Kerne und Körneranhäufungen) „liegen den Oberflächen der Scheibe nahe und bilden dann warzenförmige, nach aussen von der Hüllmembran überzogene Erhabenheiten, während deren nach innen gewandter Theil mit der Inhaltmasse in unmittelbarer Continuität zu stehen scheint". Wie ich gezeigt habe, finden sich an der Vorderfläche des Kraters viele Papillen, welche keine Kerne besitzen. Von irgendwie selbständigeren, ganglienzellenartigen Gebilden kann hier keine Rede sein.

Schliesslich hat BILHARZ auch schon den Trichterstiel erkannt, aber als „Nervenstielchen" für die unmittelbare Fortsetzung eines Endzweiges des elektrischen Nerven gehalten. Vor allem stellte der Autor fest, dass zu jeder elektrischen Platte nur je ein Endzweig des sich wiederholt theilenden elektrischen Nerven herantritt. Die Nervenfaser ist in den Endzweigen als feines Fädchen durch Glanz und doppelte Begrenzung deutlich erkennbar. „An einer Stelle aber hört die stark lichtbrechende und dunkelrandige Markschicht auf, und das Innere des Nervenfädchens wird durch eine feinkörnige, schwach lichtbrechende Masse (Axencylinder) erfüllt" (l. c. p. 33).

Gegen die Platte hin nimmt der Durchmesser des „Nervenstielchens", welches in die Plattenhöhle eintritt und auf dem Boden der Höhle eingepflanzt ist, nicht ab, „sondern schwillt im Gegentheile kolbenförmig an. Denn zu gleicher Zeit ist eine bedeutende Veränderung seines Inhaltes vor sich gegangen. An der Stelle des Axencylinders, und mit demselben in unmittelbarem Zusammenhang stehend, erfüllen das Innere des Nervenzweigleins zellenartige Körperchen von kugeliger Form und etwa $\frac{1}{100}''$ Grösse, welche vollkommen das Ansehen von Ganglienkörperchen haben. Dieselben stimmen mit den das Centrum der elektrischen Platte erfüllenden Körperchen in Bezug auf Form, Grösse und Zusammenhang vollkommen überein und schliessen sich auch räumlich unmittelbar an dieselben an. Jedes dieser Körperchen besitzt einen Kern, welcher den in der Platte zerstreuten Kernen in allen Stücken gleich ist; die ihn umschliessende Masse entspricht ebenso genau einerseits der feinkörnigen Grundmasse der Platte, andererseits der Substanz des Axencylinders. Alle diese Körperchen scheinen einer eigenen Membran zu entbehren und nicht durch Fortsätze, sondern durch unmittelbare Anlagerung der Substanz unter einander in Zusammenhang zu stehen" (l. c. p. 35). Offenbar hat BILHARZ sich auch hier durch die von den Körnchen umlagerten Kerne verleiten lassen, besondere abgegrenzte Zellen anzunehmen, für welche dasselbe gilt, was oben von mir über die Trichtergegend gesagt wurde.

Mit Bezug auf die mikroskopischen Verhältnisse der Nerven und des „Nervenstielchens“ lassen die Abbildungen auf Tafel IV des BILHARZ'schen Werkes nicht mehr erkennen, als seine kurze Schilderung bringt. In Fig. 8 verlaufen die Nervenfasern ganz geradlinig, und ein Endnerv setzt sich ohne jede Grenze und jeden sichtbaren Unterschied gegen eine isolirte Platte hin fort; nur bei *s* ist die Stelle bezeichnet, wo die Markschicht der Nervenfaser aufhört. Da es sich hier um ein Zupfpräparat handelt, ist mir eigentlich auffällig, dass ein so sorgsamer Beobachter, wie BILHARZ, hier nicht schon mehr gesehen hat. Vielleicht ist ihm aber nur in wenigen Präparaten die Isolirung der Platten im Zusammenhang mit den Nerven gelungen.

Erwähnenswerth ist noch Fig. 3 auf Tafel IV, welche eine isolirte, von vorn gesehene Platte darstellt, an welcher das „Nervenstielchen“ gerade am Trichter abgerissen ist, so dass die Platte in der Mitte durchlöchert erscheint, ein Fall, der nach meinen Erfahrungen (siehe oben) in Macerationspräparaten nicht so häufig ist; meist pflegt der Trichterstiel dicht unterhalb der Höhlung abzureissen.

Schon ein Jahr nach dem Erscheinen des BILHARZ'schen Werkes veröffentlichte M. SCHULTZE [1]) seine Untersuchungen über das elektrische Organ des Zitterwelses, welche an gut conservirtem Material ausgeführt waren. DU BOIS-REYMOND hatte M. SCHULTZE nämlich von seinen längere Zeit lebend in Gefangenschaft gehaltenen, in Berlin für physiologische Experimente benutzten [2]), aus Westafrika stammenden (siehe oben p. 14), verschieden grossen Exemplaren Organstücke überlassen, welche theils frisch [3]) verwerthet, theils mit verschiedenen Reagentien behandelt wurden. Zur Fixirung und Conservirung der Stücke kamen Chromsäurelösungen verschiedener Concentration, Sublimatlösungen, doppelchromsaures Kali, Holzessig, Liquor conservativus und Alcohol zur Verwendung. Zur Vergleichung diente ein durch BILHARZ übersandtes, in Chromsäurelösung aufbewahrtes Stück des elektrischen Organs von einem grösseren im Nil gefangenen Exemplar.

M. SCHULTZE bestätigte zunächst alle Angaben seines Vorgängers in Betreff der Form der elektrischen Platte. Auch nach ihm sollen die Scheiben „nahezu kreisrund“ sein. An dem kleinsten ihm zu Gebote stehenden Fisch von 6 Zoll Länge vermisste er indessen an der Hervorragung der vorderen Plattenfläche die strahligen Ausläufer so gut wie ganz. „Es scheint demnach, dass die strahligen Leisten der vorderen Fläche sich ziemlich spät entwickeln und mit dem Alter an Länge und Höhe zunehmen“ (l. c. p. 312).

Von der Substanz der Platte wies er nach, dass sie eiweissartiger Natur ist.

Die Anschauung von BILHARZ, wonach die Kerne mit ihrer Umgebung sowohl im „Nervenstielchen“ wie in der Platte „kleinen Ganglienkörpern“ zu vergleichen seien, wird von M. SCHULTZE berichtigt, l. c. p. 307: „Eine bestimmte Membran schreibt BILHARZ den zellenartigen Gebilden nicht zu, sie sollen allmählich in die Grundsubstanz der Platte übergehen. In dem Thatsächlichen stimme ich mit BILHARZ vollständig überein. Von der Abwesenheit einer Zellmembren namentlich, welche den Kern in gewissem Abstande umgäbe, habe ich bestimmte Ueberzeugung gewonnen. Es dürfte demnach aber passend der Vergleich mit Ganglienzellen ganz aufgegeben, von zellenartigen Gebilden in dem Gewebe der elektrischen Platten des *Malopterurus* gar nicht gesprochen werden. In der That ist nur homogene Grundsubstanz mit Körnchen und Kernen vorhanden.“

Auch M. SCHULTZE ist der Ansicht, dass der Plattenstiel als directe Fortsetzung des Axencylinders des zutretenden Nerven aufzufassen ist, geht in der Deutung desselben aber noch weiter als BILHARZ, indem er auch die nabelartige Erhebung mit ihren strahligen Ausläufern an der vorderen Fläche der Platte für eine

---

1) M. SCHULTZE (259), Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. Erste Mittheilung. *Malopterurus, Gymnotus.* Abhandlungen der Naturforschenden Gesellsch. zu Halle, Bd. IV, 1858, p. 313.

2) Vgl. DU BOIS-REYMOND (72), Ein nach Berlin gelangter Zitterwels. Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, aus dem Jahre 1857 (Sitzung vom 13. Aug. 1857), Berlin 1858, p. 424. — Derselbe (73), Ueber lebend nach Berlin gelangte Zitterwelse aus Westafrika. Monatsberichte der Königlich Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, aus dem Jahre 1858 (Sitzung vom 28. Januar 1858), Berlin 1859, p. 84.

3) Die Stücke mussten zur Untersuchung von Berlin nach Halle geschickt werden, konnten demnach erst geraume Zeit nach dem Tode des Fisches zur Untersuchung kommen.

directe Fortsetzung des Nerven erklärt. Dieselbe soll nämlich nach M. SCHULTZE nicht hervorgedrängte Substanz der elektrischen Platte, sondern der „Nervenknopf" des „Axencylinder-Stieles" selbst sein, „welcher, nachdem er die elektrische Platte durchbohrte, hier frei zu Tage tritt". Der „Nervenknopf" fällt dann nach allen Seiten in die vordere Fläche der elektrischen Platte ab, besonders in den strahlig sich ausbreitenden Leisten, und geht damit in die Substanz der Platte über.

Durch diese Deutung glaubte der Autor den physiologischen Widerspruch aus dem Wege räumen zu können, dass die Plattenseite des Nervenzutrittes im Momente des Schlages bei *Malopterurus* elektropositiv wird, wie DU BOIS-REYMOND kurz vorher festgestellt hatte (siehe oben die Einleitung p. 5), während sie bei *Torpedo* und *Gymnotus* im Thätigkeitszustande des Organs elektronegativ gefunden wird. Würde die Anschauung von M. SCHULTZE richtig sein, so läge die eigentliche Nervenendausbreitung auch bei *Malopterurus* an der im Moment des Schlages elektronegativen, d. i. der vorderen Plattenseite. Der Zitterwels würde demnach der „PACINI'schen Regel" (siehe p. 5) gleichfalls unterworfen sein.

Dass diese Deutung M. SCHULTZE's durchaus verfehlt ist, habe ich nach meinen in Obigem mitgetheilten Untersuchungen nicht nöthig noch näher zu begründen.

In einem Punkte ist M. SCHULTZE einen Schritt weiter gekommen als BILHARZ. Während der letztere Autor an der Stelle, an welcher der Nervenendzweig nach seiner Anschauung in sein „Nervenstielchen" übergehen soll, nichts weiter wahrnahm als das Aufhören des Nervenmarkes, fand M. SCHULTZE diese Stelle „constant und ganz charakteristisch" durch eine „spindelförmige Anschwellung des Nerven" bezeichnet, l. c. p. 303: „Dieselbe ist hier um so auffallender, als vielmehr eine Einschnürung, eine Verschmälerung erwartet werden könnte, wie überall, wo sonst eine Nervenfaser vor dem peripheren Ende ihre Markscheide verliert, um als Axencylinder, als blasser, feinkörniger Strang weiter zu verlaufen. Die betreffende Stelle ist mit Vortheil nur im frischen Zustande des Organs zu untersuchen. Die spindelförmige Anschwellung bleibt zwar in allen gut conservirenden Flüssigkeiten sichtbar, aber der Inhalt derselben, auf den es gerade ankommt, wird durch Gerinnung und Zerfall des Nervenmarkes und undurchsichtigere Beschaffenheit der feinkörnigen Masse auch im besten Falle sehr verändert." Aus der letzteren Bemerkung geht hervor, dass der Autor noch keine Klarheit darüber gewonnen hat, wodurch denn eigentlich die spindelförmige Anschwellung bedingt wird.

Die markhaltige Nervenfaser ist geradlinig zu der Anschwellung verlaufend gezeichnet, l. c. Fig. 1 und 2 auf Tafel I. „Sie hört am Anfange der spindelförmigen Anschwellung auf; die diese erfüllende blassfeinkörnige Substanz tritt an ihre Stelle."

Auch die Bindegewebsscheiden, in welchen M. SCHULTZE Kerne nachwies, sollen an der Anschwellung „ziemlich plötzlich" aufhören, bis auf eine einzige, welche „sich allein als Scheide noch über den feinkörnigen Strang („Nervenstielchen") jenseits der genannten Anschwellung fortsetzt, um sich endlich an der keulenförmigen Verdickung, mit welcher der Uebergang in die elektrische Platte stattfindet, spurlos zu verlieren".

In dieser Beziehung hatte BILHARZ mehr das Richtige getroffen, welcher sowohl die äussere, wie auch die innere bindegewebige Nervenhülle auf das „Nervenstielchen" verfolgen konnte. Jedenfalls ist es M. SCHULTZE noch nicht gelungen, die Bindesubstanz, besonders der inneren Hülle, im Bereiche der Spindelanschwellung und des Plattenstiels von der Plattensubstanz selbst abzugrenzen, die innere Hüllschicht hat er noch als Stielsubstanz selbst genommen. Das geht mir sicher aus seinen Abbildungen Fig. 1 und 3 hervor; in der ersteren ist die Hülle des Trichterstiels gar nicht und in der letzteren zu dünn angegeben. Daher wurde auch nicht die Form des Trichterstiels erkannt. Daraus erklärt sich ferner die Angabe, dass diese Theile sich durch „granulirte Beschaffenheit" von der eigentlichen Platte unterscheiden sollen. Ein Theil der „kleineren, dichter gestellten Kerne" ist daher, besonders in Fig. 1, wohl sicher auf Rechnung der Bindegewebshüllen zu setzen.

Mit Unrecht stellt M. SCHULTZE schliesslich eine selbständige Hüllmembran der elektrischen Platte in Frage, da ihm ein Abheben derselben von der Substanz der Platte nie gelingen wollte; l. c. p. 309.

Auch HARTMANN[1]), welcher ein (aus dem Kochtopf seiner schwarzen Diener gerettetes) Organstück eines 2 Fuss langen Zitterwelses frisch untersuchen und in Chromsäure conserviren konnte, hält den Plattenstiel für eine directe Fortsetzung des Axencylinders, tritt aber der Auffassung von M. SCHULTZE entgegen, wonach der vordere Theil des Stiels als „Nervenknopf" die Platte durchbohren soll.

Die halbkugeligen bis fast kugeligen kleinen Protuberanzen an der vorderen Kraterwand werden von dem genannten Autor in seinen Figuren 10 und 11 der Tafel XVI schon recht gut zur Darstellung gebracht, das in diesen Figuren gelieferte Gesammtbild der Trichtergegend ist indessen verzerrt und unrichtig, ebenso wie die von HARTMANN entworfene Schilderung der Plattenform nicht in allem zutreffend genannt werden kann.

Die Publication von HARTMANN wurde der Anlass zu einer wissenschaftlichen Polemik zwischen ihm und M. SCHULTZE[2]), welche sich im Wesentlichen um die von M. SCHULTZE angenommene Durchbohrung der Platte drehte. Die im Laufe derselben von HARTMANN[3]) gegebene, erneute Schilderung der Plattenform des Zitterwelses ist noch weniger gelungen als die erste, zumal HARTMANN die von BILHARZ beobachteten und auch von M. SCHULTZE abgebildeten radiären Erhöhungen an der Vorderseite der elektrischen Platte „für keine constanten Gebilde, keine allmählich in die Platte ausstrahlenden Substanzverdickungen, sondern für zufällige, durch Faltung der Platte hervorgerufene Kunstproducte" erklärte; l. c. p. 768.

Die im Jahre 1858 von DU BOIS-REYMOND im Berliner physiologischen Institut gehaltenen und daselbst verstorbenen Zitterwelse wurden später, im Jahre 1874, noch einmal einer mikroskopischen Untersuchung durch BOLL[4]) unterzogen, welcher dazu den Fischen unmittelbar nach dem Tode entnommene, mit Chromsäure behandelte Organstücke benutzte. Diesem Forscher gelang es, an den *Malopterurus*-Platten ein neues Structurverhältniss aufzufinden, welches er kurz vorher (29) bei *Torpedo* beobachtet hatte und welches M. SCHULTZE bei Untersuchung desselben Materials entgangen war.

BOLL sagt hierüber l. c. p. 244: „Mit stärkeren Objectiven untersuchend, erkennt man sofort an der Vorderfläche der elektrischen Platten eine Schicht, welche ganz der von mir bei *Torpedo* beschriebenen punktirten Schicht entspricht. In den Querschnittsbildern entspricht dieser Structur eine feine, senkrecht auf den Rand der Platte gerichtete Längsstreifung, die bei *Malapterurus* sehr viel deutlicher und leichter zu sehen ist wie bei *Torpedo*. In den Flächenansichten entspricht dieser Structur das Bild der Fig. 3 (l. c. Tafel XV), welches ganz an die Flächenansicht der elektrischen Platten von *Torpedo* erinnert, mit dem einzigen Unterschiede, dass die bei dem letztgenannten Object durch das KOELLIKER'sche Terminalnetz bedingte netzförmige Anordnung der Pünktchen bei *Malapterurus* nicht existirt, sondern die Pünktchen in einer eines jeden bestimmten Anordnungsprincipes entbehrenden Homogenität über die ganze Fläche ausgesäet sind. Um dieses Bild zu erhalten, bedarf es durchaus nicht der Anfertigung besonderer Flächenschnitte des Organs. In den reinen Querschnitten des Organs legen sich häufig die aus den einzelnen Plättchen ausgeschnittenen Stücke derart auf die Seite, dass mehr oder minder schräge Flächenansichten der elektrischen Platten fast in jedem Präparate zu Stande kommen. Auch bringt es die ungleichartige, wellenförmig unebene Fläche der elektrischen Platte mit sich, dass oft auch an reinen und vollkommen richtig gelagerten Querschnittsbildern neben der feinen Streifung des Randes noch ein Stück der Plattenoberfläche mit in dem Gesichtsfelde liegt. Derartige Bilder kommen oft vor und geben die sicherste Ueberzeugung, dass hier in der Punktirung des Flächenbildes und in der feinen Streifung der quer

---

1) R. HARTMANN (140), Bemerkungen über die elektrischen Organe der Fische. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, Jahrg. 1861, p. 646.

2) M. SCHULTZE (263), Ueber die elektrischen Organe der Fische. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, Jahrg. 1862, p. 470.

3) R. HARTMANN (140), Bemerkungen über die elektrischen Organe der Fische. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, Jahrg. 1862, p. 762.

4) FR. BOLL (30), Die Structur der elektrischen Platte von *Malapterurus*. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. X, 1874, p. 242.

durchschnittenen Ränder sich ein Structurverhältniss ausprägt, welches mit der an den elektrischen Platten von *Torpedo* nachgewiesenen Structur auf das genaueste übereinstimmt."

Auch an der Hinterfläche der Platte konnte BOLL eine Punktirung nachweisen; l. c. p. 245: „Sehr viel später, als auf diese Punktirung der freien vorderen Fläche der elektrischen Platten, wurde ich darauf aufmerksam, dass die identische Punktirung auch an der von Bindegewebszügen bedeckten Hinterfläche der elektrischen Platten gleichfalls vorhanden ist. Eben diese Bindegewebszüge erschweren ihre Wahrnehmung ausserordentlich, und ich ward derselben zuerst an solchen Stellen gewahr, wo sich das Bindegewebe von der Hinterfläche der elektrischen Platte abgelöst hatte und die Fläche selbst frei zu Tage lag, die dann ganz ebenso wie die Vorderfläche eine feine Streifung zeigte. Später vermochte ich diese Streifung auch dort nachzuweisen, wo das Bindegewebe der Hinterfläche unmittelbar anlag. Sie ist hier, manchmal mehr, manchmal weniger deutlich, stets vorhanden und entzieht sich dem Auge nur dort, wo das Bindegewebe zu dicht und mächtig ist. Auch auf den Flächenbildern gelingt es, die der Streifung entsprechende Punktirung durch die Bindegewebszüge hindurch wahrzunehmen."

An dem Rande der Platte gehen nach BOLL die beiden Punktirungen, die der Vorderfläche und die der Hinterseite, continuirlich in einander über, „so dass es sich hier offenbar um ein und dieselbe Structur handelt, welche Vorder- und Hinterseite der elektrischen Platte gleichmässig überzieht".

Auf Grund dieser von ihm aufgefundenen Structur unterscheidet der Autor an der Platte eine eigenthümlich structurirte, die Platte ganz umschliessende Hülle und einen anscheinend homogenen Inhalt, wirft dabei aber seine Hülle mit dem von BILHARZ beschriebenen structurlosen Häutchen zusammen; das letztere wird weder im Text erwähnt, noch in den Abbildungen dargestellt.

Auch im Centrum der Platte und am Plattenstiel konnte BOLL seine Punktirung nachweisen.

Mit Recht schliesst der Autor, dass „die Thatsache, dass die für die elektrischen Platten in so hohem Grade charakteristische Structur sich auf die ganze Länge des Fortsatzes fortpflanzt, bis zur Evidenz beweist, dass dieser vom Centrum der elektrischen Platte ausgehende Fortsatz nicht als eine — nur mehr oder minder modificirte — Nervenfaser, sondern als ein echter Fortsatz der Substanz der elektrischen Platte, mit allen Eigenthümlichkeiten der letzteren ausgestattet, anzusehen ist. Der Uebergang des Nerven, oder wenn man will, die Endigung des Nerven in der elektrischen Platte ist mithin nicht im Centrum der elektrischen Platte, sondern an dem äussersten Ende des von diesem Centrum ausgehenden rundlichen Fortsatzes zu suchen" (l. c. p. 247).

An dieser Stelle fand BOLL die von M. SCHULTZE entdeckte, von HARTMANN nicht erwähnte spindelförmige Anschwellung wieder auf, konnte in derselben aber keine Einzelheiten feststellen; l. c. p. 247: „An meinen Chromsäure-Präparaten verhinderten die in der spindelförmigen Anschwellung reichlich angesammelten Gerinnungsformen des Nervenmarkes jede bestimmtere Erkenntniss." Diese „reichlich angesammelten Gerinnungsformen des Nervenmarkes", welche in seiner l. c. Fig. 9 bei *a* als dunkle Masse gezeichnet sind, stellen meiner Ansicht nach nichts anderes dar als die durch die Behandlung veränderten und dadurch für BOLL unkenntlich gewordenen, von mir oben näher beschriebenen Spiralwindungen des Endnerven.

Obwohl BOLL nun zu dieser Ansicht über den Plattenfortsatz gekommen ist und divinatorisch sagt, dass an dem der Spindelanschwellung entsprechenden hinteren Ende desselben künftige Forschungen einzusetzen haben, so meint er schliesslich doch, dass die Substanz des Stiels und der ganzen Platte als eine directe Fortsetzung und Ausbreitung des Axencylinders des zu ihr gehörigen Nerven anzusehen sei, in dem Sinne, wie es schon von BILHARZ ausgesprochen wurde.

Auch über die Deutung der Punktirung und Strichelung konnte BOLL nicht ins Klare kommen; l. c. p. 248: „Noch viel weniger als an den elektrischen Platten von *Torpedo*, die ich doch in absolut frischem Zustande und mit den besten Methoden wochenlang untersuchen konnte, wage ich an den Chromsäure-Präparaten von

Malapterurus zu entscheiden, ob diese den elektrischen Platten eigenthümliche Zeichnung auf der Existenz von ‚Pünktchen' d. h. Kügelchen oder auf der Existenz kleiner Cylinderchen beruht, speciell ob die feine Streifung, welche die Querschnitte der elektrischen Platten von *Torpedo* und von *Malapterurus* übereinstimmend zeigen, reell oder ob sie eine Täuschung ist, ob die deutlich sichtbaren Streifen der Ausdruck wirklich vorhandener, senkrecht zur Oberfläche der Platten gestellter Cylinderchen oder ob sie nur der Ausdruck einer von Punkten, d. h. kleinen Kugeln ausgeübten Diffraction sind. Ich will hier nur bemerken, dass die fragliche Structur bei *Malapterurus* etwas deutlicher und wohl in etwas grösseren Dimensionen ausgeprägt zu sein scheint, wie bei *Torpedo*. Es ist daher zu hoffen, dass der erste Forscher, welcher Gelegenheit haben wird, *Malapterurus* frisch oder unter Anwendung der Osmiumsäure zu untersuchen, in dieser schwierigen Frage Klarheit schaffen wird."

Tiefer als BOLL ist BABUCHIN[1]) in die Structur der Zitterwels-Platte eingedrungen. Dieser russische Forscher bereiste wiederholt Oberägypten, um den *Malopterurus* anatomisch und physiologisch zu studiren. Interessant ist es, in seinen Berichten zu lesen, mit welchen Schwierigkeiten er hierbei kämpfen musste und unter welchen durch Ort und Klima gegebenen Drangsalen er seine mikroskopischen Untersuchungen auszuführen gezwungen war[2]). Sehr zu bedauern ist nur, dass die Beschreibung von BABUCHIN so knapp gehalten und mit nur so wenigen dürftigen, zum Theil sehr verzeichneten Abbildungen ausgestattet ist. Denn unzweifelhaft ist BABUCHIN unter sämmtlichen früheren Untersuchern in der Erkennung der mikroskopischen Zusammensetzung der Zitterwels-Platte am weitesten gekommen.

Die Beobachtungen des russischen Forschers sind um so werthvoller, als sie an ganz lebensfrischem Material gemacht wurden. Meist verwandte er lebende Fische, welche noch starke elektrische Schläge gaben. Solche Präparate liessen „die histologischen Elemente in ihrer ganzen Schönheit erkennen. Die Beobachtung kann jedoch höchstens eine Viertelstunde dauern, denn nach 10 Minuten schon verdirbt allmählich das natürliche Bild. So geschieht es wenigstens im Sommer." Vgl. auch unten die Anmerkung.

In Betreff der äusseren Form der Platte bringt BABUCHIN nichts Neues bei, sondern beruft sich auf die Schilderung von BILHARZ und M. SCHULTZE. Nur mit Bezug auf das Ende des Stiels bemerkt er, dass dasselbe nicht immer spindelförmig, sondern nicht selten abgerundet und kolbenförmig verdickt ist. Die von M. SCHULTZE beschriebene spindelförmige Anschwellung wird sonst merkwürdigerweise nicht weiter erwähnt. In Betreff der Begrenzung der Platten heisst es l. c. p. 146: „dass dieselbe eigentlich nicht kreisförmig ist, wie es andere Autoren beschreiben, sondern bei kleinen Fischen und bei denen von mittlerer Grösse vieleckig."

In der allerdings nur schematisch gehaltenen Skizze auf p. 132 ist der Stiel im Vergleich zu der Platte viel zu gross, zu dick und zu plump; auch die senkrecht von der Platte abstehende Richtung des Stiels ist falsch, der Stiel muss sanft umgebogen sein. Ebenso sind die Kerne in der Platte nach Grösse, Lage und Zahl im Verhältniss durchaus unzutreffend angegeben.

---

1) BABUCHIN (7), Ueber den Bau der elektrischen Organe beim Zitterwels. Centralbl. für die medicin. Wissenschaften, 1875, No. 9, p. 129; No. 10, p. 145; No. 11, p. 161.

2) BABUCHIN schreibt darüber z. B. in einem Briefe aus Oberägypten an DU BOIS-REYMOND (Archiv für Anatomie und Physiologie, 1877, p. 257): „Die arabischen Häuser sind grösstentheils ohne Fensterscheiben, und jede histologische Arbeit wird wegen des berüchtigten ägyptischen Staubes ganz unmöglich. Ich habe in meinem Arbeitszimmer alle Spalten bis auf die kleinsten Löcher, mit welchen arabische Fenster und Thüren reich versehen sind, sorgfältig mit Papier verklebt, dessenungeachtet bedecken sich die Linsenoberfläche und die Deckgläschen gleich nach dem Abputzen mit dem feinsten Staube." Und weiter l. c. p. 272: „Sie können sich von den Beschwerden, mit denen ich zu kämpfen habe, nicht leicht eine Vorstellung machen. In meinem wegen des Staubes geschlossenen Arbeitszimmer zeigt das Thermometer 31° R, im Hofe meiner Wohnung steigt es oft bis 42° R. Dazu kommen noch die stürmischen Windstösse, welche so heiss sind, als ob sie aus einem Backofen kämen. Alles sagt, dass die für empfindliche Naturen so schreckliche Chamsinzeit gekommen ist, welche vollständige Kraftlosigkeit mit sich bringt, so dass ich nur im Stande bin, früh von 7—10 Uhr zu arbeiten. Selbst diese Arbeit ist ziemlich umsonst. Die Reagentien wirken auf thierische Gewebe ganz anders, als man erwartet; z. B. ein Osmiumpräparat wird schon den anderen Tag ganz unbrauchbar. Ein frisches Präparat vertrocknet beinahe augenblicklich. Liegt ein Präparat mit Flüssigkeit unter dem Mikroskop, und man will die bei schwacher Vergrösserung gefundene interessante Stelle mit der Immersionslinse betrachten, so trocknet während des Linsenwechsels die Flüssigkeit unter dem Deckglase auf ein Drittel ein."

In der Platte selbst beschreibt BABUCHIN nun eigenthümliche „Sternzellen", denen die von BILHARZ gesehenen Kerne der Platte angehören: l. c. p. 131: „Was M. SCHULTZE die in der Substanz der elektrischen Endplatten eingebetteten Kerne nennt, BILHARZ aber als zellenartige Körperchen, welche doch keine Ausläufer haben, betrachtet und als die Kerne der Nervenzellen ansieht, ist weder das Eine noch das Andere. Es sind die Kerne, welche in der Mitte der prächtigen Sternzellen liegen. Diese Kerne sind nur von einer sehr dünnen Schicht der Zellensubstanz umgeben, welche viele, auch verästelte Ausläufer nach allen Seiten hin aussendet. Bei fleissiger Untersuchung von mehr als 30 Fischen habe ich nie gefunden, dass die Ausläufer sich irgendwo vereinigen.

Wenn ich auch hier und da eine Anastomose zu finden glaubte, so konnte ich mich immer bei stärkerer Vergrösserung überzeugen, dass sie nur scheinbar ist und dass nur feine Aestchen neben einander liegen. Die Ausläufer sind sehr vergänglich und verschwinden bald, indem sie zu Stäbchen zerbröckeln, welche sich in der ganzen Scheibe zerstreuen und schliesslich in Körnchen verwandeln. Nach vielen vergeblichen Versuchen ist es mir gelungen, diese Zellen, und zwar nur in Goldkalichlorid, zu conserviren.

Die beschriebenen Sternzellen sind in die Substanz der elektrischen Platten und auch in ihre Stiele eingebettet. . . . . . Die eben beschriebenen Zellen sind eigentlich in sehr weiche, gallertartige Masse eingebettet, welche Körnchen enthält. Je älter der Fisch, desto gröber werden die Körnchen. Bei sehr alten Exemplaren findet man sogar Bläschen, welche zu 2 und zu 3 verbunden sind."

Ohne Zweifel sind die „Sternzellen" BABUCHIN's dasselbe, was ich oben als fädige, von der Kerngegend ausgehende Fortsätze beschrieben habe. Im Text habe ich hervorgehoben, dass diese am frischen Object von BABUCHIN gemachten Beobachtungen deswegen von Bedeutung sind, weil sie die Präexistenz der Fortsätze und auch der Körner in der lebenden Platte beweisen.

Das Vorhandensein der von BILHARZ aufgefundenen Membran bestätigt der Autor. Auch fand er die periphere Streifung der Platte auf, ohne die Publication von BOLL zu kennen, und führte sie auf die Existenz von Stäbchen zurück; l. c. p. 132: „Die Membran ist nicht in allen Abtheilungen structurlos. Als ich den ersten Blick in das Mikroskop auf eine elektrische Platte richtete, bemerkte ich sogleich, dass die Ränder der Falten gestrichelt sind. Die Strichelchen stehen immer senkrecht gegen den Rand einer Falte. Ein solches Bild kann nur dann entstehen, wenn die Membran mit senkrecht auf ihr stehenden Stäbchen bedeckt ist, mit anderen Worten sammetartig gebaut ist, und so habe ich es in der That später gefunden. Die Härchen oder Stäbchen befinden sich auf der inneren Oberfläche der Membran und können verfolgt werden bis zum Rande der hinteren kreisförmigen Vertiefung, in welche der Stiel sich einsenkt."

Die „Härchen" fand der Forscher auf der vorderen Abtheilung der Membran „stärker und dichter neben einander, auf der hinteren Abtheilung aber schwächer und vergänglicher". Die Angabe, dass die hinteren Stäbchen „vergänglicher" sind, interessirt besonders im Hinblick auf meine obigen Ausführungen über diese Gebilde. Auf der Membran des Stiels konnte BABUCHIN noch keine „Härchen" bemerken.

Die kleinen Nervenfasern und besonders die Terminalzweige besitzen nach BABUCHIN zahlreiche RANVIER'sche Einschnürungen; l. c. p. 130: „Zwischen je zwei Einschnürungen liegt ein Kern und Marksubstanz. Je näher wir an die Enden der allerletzten Nervenästchen kommen, desto dichter stehen neben einander die Einschnürungen, desto runder werden die Kerne, so dass diese Aestchen wie Perlschnüre aussehen, deren einzelne Glieder aus je einem ganz runden Kerne und einer dünnen Schicht an frischen Präparaten leicht unterscheidbarer Marksubstanz bestehen."

Wie die Endnerven sich mit der Platte in Verbindung setzen, konnte BABUCHIN nicht mit Sicherheit erkennen. Alles, was er hierüber eruiren konnte, ist das Folgende; l. c. p. 146: „An frischen Präparaten habe ich nie gesehen, was M. SCHULTZE behauptet, dass markhaltige Endästchen in den Stiel des Endkörpers ein-

dringen. Die Aestchen schliessen sich nur an das spindelförmige und kolbenförmige Ende des Stieles an. Manchmal liegt hier das Ende des Aestchens in einer Vertiefung; manchmal liegen die Aestchen nicht am Scheitel des Stieles, sondern der kolbenförmigen Anschwellung seitlich an; sehr oft habe ich bemerkt, dass das Aestchen hier verschiedenartige Biegungen macht. Ich habe, obgleich selten, auch gesehen, dass die Nervenästchen an dieser Stelle in zwei sehr kurze Ausläufer übergehen, welche schon marklos werden und plötzlich nur sehr wenig ausgebreitet und abgerundet endigen, wie man es auch bei den motorischen Endplatten einiger Thiere findet. Zuweilen geht aus den markhaltigen Aestchen eine einzige sehr kurze, blasse Faser hervor, welche abgerundet endigt. Meistens findet man, dass die markhaltige Substanz, wie M. SCHULTZE es beschrieben hat, plötzlich aufhört und weiter nichts sichtbar ist. Es hängt vielleicht davon ab, dass das Präparat nicht in günstiger Lage vor uns liegt. Das ist Alles, was das Mikroskop klar darstellt."

Man sieht, dass auch in diesem Punkte die Resultate meiner Untersuchungen am meisten mit den von BABUCHIN erhaltenen übereinstimmen, eine Uebereinstimmung, welche um so werthvoller sein dürfte, als der russische Forscher, wie schon oben betont, vorwiegend an ganz lebensfrischen, unmittelbar nach der Entnahme vom lebenden Thier mikroskopisch untersuchten Präparaten arbeitete, während ich nach den neueren Methoden fixirtes Material benutzte.

In einer zweiten Mittheilung aus dem Jahre 1877 [1], in welcher BABUCHIN über die Forschungsergebnisse einer zweiten Reise in Oberägypten berichtet, wird zu dem Angeführten kaum Neues hinzugefügt.

Nur über die „Sternzellen" werden noch weitere Angaben gemacht; l. c. p. 258: „Die Strahlen der sternförmigen Zellen sind sehr fein und zart; doch für ein geübtes Auge sogleich sichtbar. Sie verschwinden aber sehr bald, indem sie zuerst in kleine Stäbchen und dann in Körner zerbröckeln, welche um den Kern sich anhäufen, was dem letzteren das Aussehen giebt, als ob er vom Protoplasma umgeben wäre. Herr BOLL hat dies für eine natürliche Erscheinung genommen und so abgebildet. . . . Die Strahlen der Zellen erinnern an die Strahlen der Amöben oder weissen Blutkörperchen, wenn deren Protoplasma in feinste Fädchen sich umwandelt. Die Strahlen sind auch ebenso unregelmässig und theilen sich manchmal, wenn auch sehr selten. Sie entspringen von allen Seiten der kugelförmigen Kerne. Ich würde diese Zellen gern behaarte Zellen nennen. Einmal habe ich gesehen, dass zwei Strahlen benachbarter Zellen scheinbar im organischen Zusammenhang mit einander standen."

Eine Stelle in BABUCHIN's Beschreibung bedarf eines Commentars. L. c. p. 258 heisst es: „Wenn man die elektrische Platte unter dem Mikroskope von der vorderen Seite betrachtet, sieht man anfangs die äusserst kleinen, dicht neben einander stehenden Pünktchen, welche dem Querschnitt der senkrecht stehenden Stäbchen entsprechen. Dann beim allmählichen Senken des Tubus erscheinen viele Klümpchen von gleicher Grösse, die in gleichen Abständen von einander stehen. Von diesen Klümpchen gehen auch in horizontaler Richtung nach allen Seiten Strahlen, welche aus feinsten Fädchen von gleichmässiger Dicke bestehen, so dass die ganze Fläche der elektrischen Platte bei einer gewissen Focusstellung wie mit Sternen besäet aussieht. Viel tiefer schon liegen die eben erwähnten behaarten Zellen."

Meiner Ansicht nach handelt es sich hier in erster Linie wohl um die Fädchengruppen, welche ich zwischen den Kernterritorien besonders deutlich in den Osmiumpräparaten bei Flächenansicht der Platte angetroffen habe. Es kann aber auch sein, dass BABUCHIN als besondere „Klümpchen" mit Strahlen zum Theil die Körnchen und Bläschen genommen hat, welche den Kern umlagern und bei oberflächlicher Einstellung zuerst erscheinen müssen, bevor die Kerne selbst sichtbar werden. Aus seinen höchst einfachen und wenig instructiven Abbildungen geht nur hervor, dass ihr Abstand ziemlich der gleiche ist wie der der Kerne. Vgl. l. c. Fig. 4 mit Fig. 2 der Tafel VI. Ich habe oben nachgewiesen, dass die körnigen Fäden auch gegen die Stäbchenzone

1) BABUCHIN (10), Beobachtungen und Versuche am Zitterwelse und *Mormyrus* des Niles. Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abtheilung, 1877, p. 250.

vordringen, mithin dicht unter der Stäbchenschicht schon zu Gesicht kommen. Dass die behaarten Zellen „viel tiefer“ liegen als die „Klümpchen“, ist sicher zu viel gesagt, da die Entfernung zwischen der Stäbchenzone und den Plattenkernen gewöhnlich überhaupt nur gering ist, die Plattenkerne ausserdem auch in etwas verschiedenem Niveau liegen. In den „Klümpchen“ handelt es sich also um kein besonderes, neues Structurelement.

Auch von der Fädchenmasse in dem Innern der Platte scheint BABUCHIN schon Andeutungen wahrgenommen zu haben; l. c. p. 259: „Ausserdem befinden sich in der Substanz des scheibenförmigen Theiles des elektrischen Körpers viele Fäden wieder von gleichmässiger Dicke. Vom Ursprunge und etwaigem Zusammenhange dieser Fäden habe ich bis jetzt keine klare Vorstellung. Die Strahlen der behaarten Zellen, die Strahlen der eben erwähnten Klümpchen und diese Fäden geben dem Inhalte der elektrischen Platte das Ansehen eines unregelmässigen Spinngewebes. Ich würde das Alles gern für ein Kunstproduct, ein fadenförmiges Gerinnungsproduct halten, welches so gern an fremde Gegenstände sich anhaftet, wie z. B. Fibrin und viele feine, nadelförmige Krystalle, wenn ich die behaarten Zellen nicht an Präparaten beobachtet hätte, welche von stark schlagenden Fischen genommen waren und höchstens nach 5 Minuten unter das Mikroskop kamen.“

Im Jahre 1887 erschien als letzte Publication über die Anatomie des *Malopterurus* eine grössere Monographie von G. FRITSCH [1]), welcher sich der elektrischen Fische wegen wiederholt am Nil aufgehalten und das kostbare frische Zitterwelsmaterial reichlich unter den Händen gehabt hat.

In dieser Schrift wird über die Lebensweise und das Vorkommen des Zitterwelses, über seine Körpergestalt, die Form und das Gewichtsverhältniss seiner Organe, über sein Centralnervensystem und die Verbreitung der peripheren Nerven gehandelt. In meiner obigen Arbeit habe ich bei Besprechung der makroskopischen Anatomie unseres Fisches schon mehrfach Veranlassung genommen, darauf einzugehen.

In dem 5. Hauptabschnitt der FRITSCH'schen Monographie werden auch über „bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten des mikroskopischen Baues“ der elektrischen Organe ausführliche Mittheilungen gemacht. Der Autor entwickelt hier Ansichten, welche sowohl mit den Angaben der früheren Autoren als auch mit den Resultaten meiner eigenen Untersuchungen im Widerspruch stehen. Zu meinem Bedauern kann ich nicht umhin, über die Ergebnisse der mikroskopischen Untersuchungen von G. FRITSCH am *Malopterurus*-Organ dasselbe Urtheil zu fällen, welches ich über seine die elektrischen Organe von *Torpedo* und *Gymnotus* betreffenden Mittheilungen in meinen früheren Abhandlungen (siehe 15 und 19) fällen musste: sie stellen einen sehr erheblichen Rückschritt dar. Zur Begründung dieses Urtheils diene die folgende Kritik.

Ueber die Form der elektrischen Platte des Zitterwelses, welche mit Recht als Riesenzelle bezeichnet wird, geht FRITSCH ganz kurz hinweg, ohne Neues beizubringen. Seine Abbildungen geben nur Schnitte wieder; überhaupt scheinen vorwiegend Schnittpräparate benutzt zu sein.

Die Platte lässt der Autor von einer „cuticularen Schicht“ bedeckt sein. Eine Prüfung seiner Angaben ergiebt aber, dass er die von BILHARZ zuerst erkannte zarte Haut, welche ich als Elektrolemm bezeichnet habe, gar nicht gesehen hat. Auf p. 63 l. c. heisst es darüber: „Es ergiebt sich, dass die Scheibe von einer cuticularen Schicht bedeckt ist, die sich bei Schrumpfung der Substanz auf ihrer vorderen Seite entweder in blasenförmigen Erhebungen oder selbst in grösseren, zusammenhängenden Partien von der Unterlage abheben kann, wie es Fig. 35 auf Tafel XII, nach der Natur entworfen, darstellt. Solche cuticulare Fetzen lassen auf der Fläche eine schwache, mosaikartige Zeichnung erkennen, welche in ihren Verhältnissen sich als ein Abdruck derjenigen auf der Unterlage selbst charakterisirt, d. h. es erscheinen flache, an einander stossende Dellen von rundlichem Umriss, zwischen denen dunklere Stellen von unsicherer Begrenzung übrig bleiben. Diese ganze Zeichnung trägt überhaupt ein verschwommenes Aussehen, da in der glashellen Schicht geringe Dickenunterschiede, oder Gruppirung von Elementen nahezu gleicher Brechbarkeit, natürlich nicht scharf markirt erscheinen können.“

---

1) G. FRITSCH (117), Die elektrischen Fische. I. Abtheilung, *Malopterurus electricus*, Leipzig 1887.

Ich bemerke hierzu, dass ich niemals eine blasenförmige Ablösung des Elektrolemms in meinen Präparaten beobachtet habe; mochten dieselben fixirt und conservirt sein, wie sie wollten, stets blieb das Elektrolemm der Scheibensubstanz dicht angelagert. FRITSCH hat seine vermeintlichen Membranablösungen, wie er betont, auch nur an der vorderen Scheibenseite beobachtet. Die von FRITSCH abgebildete Figur 35 auf Tafel XII, auf welche er sich beruft, zeigt uns nun auf das deutlichste, was FRITSCH für die abgelöste cuticulare Schicht gehalten hat. Es kommt nämlich häufig vor, dass sich die feinmaschige Gallertsubstanz an der Vorderfläche der Scheibe ein wenig verdichtet und in Folge von Reagenswirkung von derselben abhebt. Die von FRITSCH als „abgelöste Cuticula" bezeichnete „Membran" ist nun nichts weiter als derartig verändertes Gewebe der Nachbarschaft, für welches eine „schwache, mosaikartige Zeichnung" und ein „verschwommenes Aussehen" charakteristisch sind. Das wird vor allem dadurch über allen Zweifel erhoben, dass FRITSCH in seiner Fig. 35 einen Kern an der Innenfläche seiner vermeintlichen „Cuticula" zeichnet, ein Vorkommen, welches auch im Text von ihm erwähnt wird. Wie mich meine Untersuchungen gelehrt haben, liegen die Kerne indessen niemals im Elektrolemm selbst oder befinden sich gar an seiner Innenfläche, vielmehr gehören die Kerne bestimmt geformten Zellen an, welche dem Elektrolemm stets von aussen aufliegen und sich entweder für sich oder mit dem benachbarten Gallert- oder Bindegewebe von der Platte abheben können. Vgl. Fig. 89 auf meiner Tafel VII. Das eigentliche Elektrolemm, welches als charakteristische, dunkle, scharf hervortretende Randlinie die Platte umsäumt, ist FRITSCH entgangen, da in seiner Fig. 35 weder an der Plattenvorderfläche noch an ihrer Hinterfläche etwas davon gezeichnet ist. Vielmehr ist hier die zart gehaltene Randbegrenzung fein eingekerbt gezeichnet, was im Bereich der Platte auch nicht den Befunden an meinen Präparaten entspricht.

Diese feine Einkerbung soll der Anschauung von FRITSCH über die Streifung der Platte zu Hilfe kommen, wonach dieselbe durch eine „eigenthümliche Porosität der Wandung" bedingt sein soll, eine Anschauung, welche ich für verfehlt erklären muss und welche zu widerlegen nicht schwer hält.

Diese von BOLL zuerst gesehene Streifung der peripherischen Schicht der Platte leugnet FRITSCH nicht, giebt ihr aber im Näheren folgende Deutung, l. c. p. 64: „Die Randzone der Scheibe sondert sich beiderseits, aber vorn am deutlichsten in stäbchenförmige Elemente, welche wie aus Klümpchen zusammengekittet erscheinen, nach aussen gegen die cuticulare Bedeckung sich abrunden und so die Delleneindrücke der Cuticula entstehen lassen, in der Tiefe aber unmerklich in die Substanz der Scheiben übergehen. Zwischen denselben bleiben feine Kanälchen übrig, die mit schwächer brechender Substanz, wahrscheinlich in flüssigem Zustande, erfüllt sind und bei scharfer Einstellung auf den Rand durch Totalreflexion dunkel erscheinen, wodurch das bekannte Bild der Streifung entsteht.

Indem durch die innige Verbindung nach der Tiefe und die leichte Ablösung nach der cuticularen Membran zu die Stäbchen als Elemente der Scheibensubstanz und nicht als ein Besatz dieser Membran charakterisirt werden, treten Vergleichungspunkte mit verschiedenen anderen zelligen Elementen immer deutlicher heraus. Die gestreiften, cuticularen Platten auf den oberflächlichen Zellen der Fischepidermis, die gestreifte Deckelmembran der Darmepithelien, welche beim Zerfall sich in stäbchenförmige Bildungen auflöst, bieten sich zunächst zur Vergleichung dar. Ist bei solchen Zellen auch der Regel nach eine scharfe Sonderung des Saumes von der Zellsubstanz zu beobachten, so finden sich bekanntlich auch deren, wo die Streifung auf letztere sich fortsetzt (z. B. Darmepithelien von Mollusken; Wimperwurzeln der wimpernden Epithelzellen)."

Das, was nach meiner Ansicht ein bestimmtes, abgegrenztes, auf dem Elektrolemm angeheftetes, stäbchenförmiges Formgebilde ist, hält FRITSCH demnach für ein „Porenkanälchen". Dagegen soll nach FRITSCH die Plattensubstanz selbst, in welche meine Stäbchen hineinragen, an der Peripherie aus „stäbchenförmigen Elementen" zusammengesetzt sein.

Wäre diese Anschauung von FRITSCH richtig, so würde man in einem feinen Flächen- oder Schräg-

schnitt durch die Stäbchengegend eine zusammenhängende Mosaik seiner „stäbchenförmigen Elemente“ erhalten und zwischen denselben die „Porenkanälchen“. Das ist aber niemals der Fall, man erhält immer nur die reellen Querschnitte der Stäbchen in meinem Sinne. Vgl. Fig. 40 auf meiner Tafel IV.

Ferner würde es nicht möglich sein, wenn „Porenkanäle“ vorlägen, dieselben so intensiv und scharf begrenzt zu färben und durch Färbung im Zusammenhang mit dem Elektrolemm sichtbar zu machen, wie es leicht gelingt und wie ich in meiner Abhandlung geschildert habe.

Die kleinen, dunklen Unregelmässigkeiten, welche in der Fig. 35 der FRITSCH'schen Tafel XII dargestellt und von ihm als ausgebrochene Stücke seiner vermeintlichen „stäbchenförmigen Elemente“ gedeutet werden, sind die von mir an der Basis der Stäbchen in meinem Sinne (vermeintliche Porenkanäle von FRITSCH) beschriebenen, färbbaren Substanzanhäufungen und sind weit davon entfernt, einen „schlagenden Beweis“ für die Richtigkeit der Ansicht von FRITSCH zu liefern.

In Betreff der Plattensubstanz selbst bemerkt FRITSCH zwar, dass man in mit Hämatoxylin stark gefärbten Chromsäurepräparaten innerhalb der kernfreien Masse ein äusserst feines, körniges Fasernetz wahrnimmt, er „möchte auf dasselbe aber keinen besonderen Werth legen“. Da der Autor annimmt, dass die Platten bei dem Zitterwels aus den zweikernigen Kolbenzellen der Epidermis hervorgegangen sind, und ferner annimmt, dass diese Kolbenzellen schleimsecernirende Elemente sind, wofür jedoch kein Beweis beigebracht wird, so sucht er sehr mit Unrecht auch in der elektrischen Platte Andeutungen von Schleimsecretion. Nicht zutreffend ist, dass „durch die Anlagerung der Kerne in einer Protoplasmaschicht der Peripherie der kernfreie Theil der inneren Masse als eine Absonderung oder eine Art von Secret charakterisirt wird, welche den übrigen Zellinhalt gegen die Wände drängt“. Das „Fasernetz“ soll „geronnenem Schleim ganz ähnlich sehen“, was durchaus nicht der Fall ist. Weiter unten in demselben Capitel (l. c. p. 64) ist sogar direct von einer „Verschiedenheit des schleimhaltigen Inhaltes von dem festeren, kernhaltigen Protoplasma der peripherischen Zonen“ die Rede. Ich muss nun durchaus in Abrede stellen, dass in der *Malopterurus*-Platte irgendwie ein „schleim- (d. i. mucin-)haltiger Inhalt“ vorhanden ist, dafür spricht keine Färbereaction. Wir haben es vielmehr hier, ebenso wie z. B. bei *Gymnotus*, mit structurirten Eiweisssubstanzen zu thun.

Die von BABUCHIN beschriebenen Fortsätze der „Sternzellen“ erwähnt FRITSCH zwar, bildet sie aber nicht ab. In der coagulirten Scheibe sind nach ihm diese Fortsätze später nicht mehr zu sehen, als Rest davon soll nur ein unregelmässiger, in spitze Zacken ausgezogener Hof um die Kerne übrig bleiben. Wie ich gezeigt habe, erhalten sich die feinen Fortsätze in gut conservirtem Material recht vollständig.

Paarweise zusammenliegende Kerne habe ich in meinen Präparaten nicht so „sehr häufig“ gefunden, wie FRITSCH angiebt. Ferner besassen die Kerne in meinen Präparaten keine „abgeplattete Gestalt“ und waren nicht „häufig auffallend unregelmässig“ [1]), sondern stets rundlich oder etwas länglich, mit deutlichem (nicht undeutlichem) Kernkörperchen. Auch muss ich bestreiten, dass die Bindesubstanz an der Hinterfläche der Platte „reticuläre Substanz mit vereinzelten Kernen in den Knotenpunkten“ ist.

Hinsichtlich der Nervenendigungen in dem *Malopterurus*-Organ huldigt auch FRITSCH der Ansicht, dass der Plattenstiel eine directe Fortsetzung des Axencylinders sein soll. Nach ihm „gehören“ (l. c. p. 66) der Stiel und der hinzutretende Nerv „zusammen und bilden ein einziges untrennbares Ganzes“. „Die stielförmige Verlängerung der Scheibe verschmilzt mit dem an sie herantretenden Nervenfädchen unter Aufquellung des Axencylinders so vollständig, dass mit keinerlei Reagens fernerhin eine Grenze festzustellen ist“ (l. c. p. 81).

1) Der Umstand, dass die Kerne von FRITSCH in seinen Präparaten „häufig auffallend unregelmässig“ gefunden wurden, deutet darauf hin, dass die Conservirung des FRITSCH'schen Materials keine gute gewesen ist, da gerade bei *Malopterurus* die Kernform bei einigermaassen zweckmässiger Conservirung sich sehr leicht und gut erhält. Auch ist es nicht richtig, dass die Kolbenzellen in der Epidermis um die Kerne herum „mit einem ziemlich beträchtlichen Hohlraum im Innern“ versehen sind, das kann nur bei einem sehr schlechten Erhaltungszustand der Zellen und bei bereits eingetretener Maceration in ihrem Innern der Fall sein; an gut fixirtem Material befindet sich um die beiden Kerne herum eine Schicht modificirten Protoplasmas ohne Hohlraum.

Ferner bestreitet FRITSCH, dass der Endnerv noch markhaltig an den Plattenstiel herantritt und dass der Endnerv bis in die Nähe des Stiels zahlreiche Einschnürungen aufweist; ebenso stellt er die Existenz der von M. SCHULTZE erwähnten „spindelförmigen Anschwellung" in Abrede.

Die letzteren Erklärungen von FRITSCH beweisen mir, ebenso wie seine Abbildungen, dass dieser Autor den eigentlichen Endnerven sowie den hinteren Abschnitt des Trichterstiels und die Anheftung des Endnerven an denselben gar nicht zu Gesicht bekommen hat. Das, was FRITSCH in seinen Schnittbildern l. c. Fig. 32 auf Tafel XI und Fig. 34 auf Tafel XII als directen Uebergang des Axencylinders in den Stiel darstellt, sind Trugbilder. In Fig. 34 ist ein Durchschnitt durch das Trichterfeld und die Mitte der Trichterhöhlung abgebildet. Ein gerade verlaufender Nerv tritt von links her an das Stielende des Trichters heran und verschmilzt mit ihm. Der Trichterstiel ist aber viel zu kurz, kaum so lang wie der Längsdurchmesser der Trichterhöhlung. Auch sind die Kerne der Stielsubstanz viel zu spärlich (nur 2!); bei der Dicke des Schnittes, der sogar die hintere Wand der Trichter- und Plattenhöhle an dem (in seiner Form verzerrten) Trichterfeld zeigt, mussten zahlreiche Kerne in dem Stieldurchschnitt vorhanden sein. Hieraus folgt für mich mit absoluter Sicherheit, dass der Trichterstiel in diesem Präparat nur angeschnitten war, dass hier mindestens die ganze hintere Hälfte desselben fehlt. Demnach kann das, was FRITSCH als Nerven in dies Stielrudiment übergehen lässt, auch nicht der zugehörige Endnerv sein, dagegen spricht auch schon die ganz unmögliche Dicke des als Axencylinder von FRITSCH ausgegebenen Inhaltes seiner Nervenfaser, an welcher auch die Kernarmuth auffällt. Das Gleiche gilt für seine bei schwacher Vergrösserung gezeichnete Figur 32.

FRITSCH hat ferner behauptet, dass der Plattenstiel fibrillär gestreift sei, scheint diese Behauptung aber nur auf ein einziges Präparat zu gründen, welches l. c. auf Tafel XII in Fig. 36 abgebildet ist. Dasselbe stellt einen kleinen Gewebsfetzen dar, welchen FRITSCH für zwei Plattenstielenden mit einem hinzutretenden Nerven erklärt. Meiner Ansicht nach ist das aber nicht der Fall, sondern handelt es sich hier um ein kleines Bruchstück einer Verzweigung sehr schlecht conservirter, durch Osmiumsäure nicht mehr gefärbter Nerven. Das, was FRITSCH bei *ca* als „schon stark gequollenen Axencylinder" eines Nerven bezeichnet, ist nie und nimmer der Axencylinder eines Endnerven, sondern wahrscheinlich (ebenso wie in den mit *St*, *St* bezeichneten Stücken der Figur) die Substanz der inneren Schicht der Nervenhülle, in welcher FRITSCH den eigentlichen, feinen, markhaltigen Nervenfaden nicht erkannt hat. Alles, was der Autor über diese Figur, die wirklich nicht werth war, abgebildet zu werden, auf fast $1\,^1/_2$ Seiten (p. 68—69) aussagt, bedauere ich daher für irrthümlich erklären zu müssen.

An den noch übrig bleibenden Angaben von FRITSCH liessen sich zur Richtigstellung des Sachverhaltes schliesslich noch weitere Ausstellungen machen, z. B. in Betreff der nach Lage und Form nicht adäquat von ihm beschriebenen Körner der Platte und hinsichtlich der Zusammensetzung der Nerven, die zu arm an Zellen gezeichnet sind. Ich will aber nur noch auf die von FRITSCH behauptete Lage der Plattenkerne innerhalb der Platte etwas näher eingehen.

Der Autor sagt hierüber l. c. p. 62: „Ein wichtiges Moment für die Auffassung der ganzen Bildung (der Platte) liegt in der besonderen Vertheilung der Kerne, welche keineswegs beliebig in der Substanz des Elementes eingebettet sind, sondern die, wie bereits BILHARZ richtig erkannte, der Peripherie angehören, sich demnach der vorderen oder hinteren Fläche anschliessen. Nur wo der Dickendurchmesser schon sehr niedrig wird, ist die Zugehörigkeit der Kerne zur einen oder anderen Seite nicht mehr festzustellen. Die späteren Autoren haben dies wichtige Moment gänzlich vernachlässigt, zumal BOLL, der eine in dieser Hinsicht gänzlich falsche Abbildung veröffentlichte, während MAX SCHULTZE die Mehrzahl der Kerne der vorderen Scheibenfläche genähert zeichnete, an der hinteren Fläche gar keine."

Da es sich hier um eine höchst einfache Angelegenheit handelt, welche schon bei ganz schwacher Vergrösserung an den simpelsten Schnitten festgestellt werden kann, war ich denn doch einigermaassen erstaunt, dass auch diese Beschreibung von FRITSCH für meine Präparate ganz und gar nicht zutrifft. Ich habe überall die Plattenkerne, wie in meiner Abhandlung oben von mir geschildert wurde, nur in der Nähe der Vorderfläche der Platte oder an den dünneren Stellen derselben (centrales Trichterfeld, Randpartien der Platte) in ihrer Mitte angetroffen; an die Hinterfläche hatte sich, vom Trichterfeld abgesehen, an den dickeren Plattentheilen nur höchst selten einer verirrt. Die Abbildungen von M. SCHULTZE sind daher nach meinen Befunden durchaus zutreffend. Das Gleiche gilt auch in den Abbildungen von BOLL für die Lage der Kerne in dem peripherischen Theil der Platte; die centrale Trichtergegend ist in den BOLL'schen Figuren verzerrt und nicht correct zur Darstellung gekommen. Auch BILHARZ hat schon bestimmt ausgesprochen (26, p. 35): „Im peripherischen Theile der Scheibe liegen die Kerne der vorderen (freien) Fläche der Scheibe genähert", wie auch (l. c.) z. B. in seiner Figur 2 auf Tafel IV an allen Plattendurchschnitten zu sehen ist.

Mir ist daher unerfindlich, wie FRITSCH (l. c.) in seinen Figuren 32 und 33 der Tafel XI seiner Abhandlung die Plattenkerne an der Vorder- und Hinterfläche aller Platten in ziemlich gleicher Vertheilung zeichnen konnte, da ich mir nicht denken kann, dass die von FRITSCH untersuchten Malopteruren in dieser Beziehung eine Ausnahme von allen anderen bisher untersuchten gemacht haben.

VII. Alphabetisches Verzeichniss der anatomischen und physiologischen Gesammt-Literatur über die elektrischen Organe der Fische.

(Bis zum Jahre 1898 einschl.)

1) Abd-Allatif (Abd ul Latif), médecin arabe de Bagdad, Relation de l'Égypte. Traduit par M. Silvestre de Sacy. Paris 1810.

2) Adanson, Histoire naturelle du Sénégal. Paris 1757. Uebersetzt von Martini. Brandenburg 1773.

3) Allamand, Van de nitwerkzelen welke een Americaans vis veroorzaakt op de geenen, de hem anraaken. Mém. de Harlem, T. II, p. 372.

4) Arsonval (d'), Recherches sur la décharge électrique de la torpille. Comptes rendus, Paris, T. CXXI, 1895, p. 145.

5) Babuchin, Entwickelung der elektrischen Organe und Bedeutung der motorischen Endplatten. Centralbl. f. die medicinischen Wissensch., 1870, No. 16, p. 241; No. 17, p. 257.

6) Derselbe, Ueber die Bedeutung und Entwickelung der pseudoelektrischen Organe (*Mormyri, Raja*). Ebenda, 1872, No. 35, p. 545.

7) Derselbe, Ueber den Bau der elektrischen Organe beim Zitterwels. Ebenda, 1875, No. 9, p. 129; No. 10, p. 145; No. 11, p. 161.

8) Derselbe, Nachträgliche Bemerkungen und Berichtigungen zu meinen Mittheilungen über den Bau und die Entwickelung der elektrischen Organe. Ebenda, 1875, p. 624.

9) Derselbe, Uebersicht der neueren Untersuchungen über Entwickelung, Bau und physiologische Verhältnisse der elektrischen und pseudoelektrischen Organe. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissensch. Medicin, Jahrg. 1876, p. 500 (*Torpedo, Raja, Mormyri*).

10) Derselbe, Beobachtungen und Versuche am Zitterwelse und *Mormyrus* des Niles. Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., 1877, p. 250.

11) Derselbe, Die Säulenzahl im elektrischen Organ von *Torpedo marmorata*. Centralbl. für d. medicinischen Wissensch., 1882, No. 48, p. 866.

12) Derselbe, Ueber die Präformation der elektrischen Elemente im Organ der Zitterfische und den von Herrn Weyl dawider gerichteten Angriff. Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., 1882, p. 414.

13) Derselbe, Zur Begründung des Satzes von der Präformation der elektrischen Elemente im Organ der Zitterfische. Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., 1883, p. 239.

14) Ballowitz, Ueber das Vorkommen echter peripherer Nervenendnetze. Anatomischer Anzeiger, Bd. IX, 1893, No. 5 und 6.

15) Derselbe, Ueber den Bau des elektrischen Organs von *Torpedo* mit besonderer Berücksichtigung der Nervenendigungen in demselben. Archiv für mikrosk. Anatomie, Bd. XLII, 1893, p. 459.

16) Derselbe, Ueber die Uebereinstimmung des feineren Baues der elektrischen Organe bei den stark elektrischen und schwach elektrischen Fischen. Anatomischer Anzeiger, Bd. XIII, 1897, No. 4 und 5.

17) Derselbe, Ueber den feineren Bau des elektrischen Organs des gewöhnlichen Rochen (*Raja clavata* L.). Anatomische Hefte, Abth. I, Heft 23 (Bd. VII, Heft 3), 1897.

18) Derselbe, Ueber die sogenannten „Dornpapillen" im elektrischen Organ des Zitteraales (*Gymnotus electricus* L.). Anatomischer Anzeiger, Bd. XIII, 1897, No. 23.

19) Derselbe, Zur Anatomie des Zitteraales (*Gymnotus electricus* L.), mit besonderer Berücksichtigung seiner elektrischen Organe. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. L, 1897, p. 686.

20) Derselbe, Die Nervenendigungen in dem elektrischen Organ des afrikanischen Zitterwelses (*Malopterurus electricus* Lacép.). Anatomischer Anzeiger, Bd. XV, 1898, No. 7, p. 85.

21) Bancroft, An Essay on the natural History of Guyana, 1769.

22) Becquerel, Rapport sur divers mémoires de M. Matteucci concernant l'électricité animale en général et particulièrement les phénomènes de la torpille. Comptes rendus, Paris, T. V, 1837.

23) Becquerel et Breschet, Expériences sur la torpille. Annales des Sciences naturelles, Série II, T. VI, Zoologie, 1836, p. 123.

24) Biedermann, Elektrophysiologie, Abth. II, Jena 1895.

25) Bilharz, Beobachtungen des Dr. Th. Bilharz in Cairo über den Zitterwels, mitgetheilt von Prof. A. Ecker in Freiburg. Der Königl. Societät vorgelegt am 2. Mai 1853 von R. Wagner. In: Nachrichten von der G.-A.-Universität und der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen, No. 9, 20. Juni 1853, p. 134; siehe auch: Berichte über die Verhandl. d. Gesellsch. f. Beförderung der Naturw. zu Freiburg i. Br., Sitzung vom 23. April 1853, vom 13. Januar 1854, Nov. 1854, 25. Mai 1855. Alles enthalten in Bd. I der Berichte, 1858.

26) Bilharz, Das elektrische Organ des Zitterwelses. Leipzig 1857.
27) Blainville, Cours de physiologie. Paris 1833.
Bois-Reymond siehe unter Du Bois-Reymond.
28) Boll, Fr., Beiträge zur Physiologie von *Torpedo*. Archiv für Anatomie, Physiologie u. wissensch. Medicin, Jahrg. 1873, p. 76.
29) Derselbe, Die Structur der elektrischen Platte von *Torpedo*. Archiv f. mikrosk. Anatomie, Bd. X, 1874, p. 101.
30) Derselbe, Die Structur der elektrischen Platte von *Malapterurus*. Ebenda, Bd. X, 1874, p. 242.
31) Derselbe, Die Structur der elektrischen Platte von *Torpedo* und *Malapterurus*. Centralbl. f. die medicin. Wissensch., Jahrg. 1874, p. 389.
32) Derselbe, Ueber elektrische Fische. Sammlung gemeinverständlicher wissensch. Vorträge, herausgeg. von R. Virchow und Fr. von Holtzendorff, Serie IX, No. 210, 1874, p. 675.
33) Derselbe, Ein historischer Beitrag zur Kenntniss von *Torpedo*. Archiv für Anatomie, Physiologie u. wissensch. Medicin, Jahrg. 1874, p. 152.
34) Derselbe, Neue Untersuchungen zur Anatomie und Physiologie von *Torpedo*. IV. Die Structur der elektrischen Platten von *Torpedo*. Monatsberichte der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, aus dem Jahre 1875, Berlin 1876, p. 710.
35) Derselbe, Neue Untersuchungen über die Structur der elektrischen Platten von *Torpedo*. Archiv f. Anatomie, Physiologie u. wissensch. Medicin, Jahrg. 1876.
36) Derselbe, Nuove ricerche sulla struttura delle piastre elettriche della torpedine. Atti della Reale Accademia dei Lincei, Ser. II, Tom. III, 1876.
37) Derselbe, Sur la structure des plaques électriques. Journal de Micrographie, T. I, 1877.
38) Borrelli (Borelli), De motu animalium. Rom 1680—85.
39) Brehm, Thierleben, 1. Aufl., Bd. VIII, Fische (3. Abth., Bd. II), p. 204.
Breschet et Becquerel, Expériences sur la torpille. Annales des Sciences naturelles, Série II, T. VI, Zoologie, 1836, p. 123. (Siehe unter 23.)
40) Broussonet, Mémoire sur le Trembleur, espèce peu connue de poisson électrique. Histoire de l'Académie Royale des sciences, Année 1782. Avec les Mémoires de Mathématique et de Physique pour la même année (Paris 1785), p. 692.
41) Burch and Gotsch, The electromotive Properties of the electrical Organ of *Malapterurus electricus*. Proceedings of the Royal Society of London, Vol. LX, 1897, p. 37; Philosophical Transactions of the Royal Society of London, for the year 1896, Vol. CLXXXVII, Series B, London 1897, p. 347.
Burdon Sanderson siehe unter Sanderson.
Cajal siehe Ramón y Cajal.
42) Calamai, Osservazioni sull' anatomia delle torpedini. Atti del VII. Congresso degli scienziati italiani, Parte I, Napoli 1846.
43) Cavendish, The Electrical Researches of the Honourable Henry Cavendish, written between 1771 and 1781. Edited by J. Clerk Maxwell, Cambridge 1879. Siehe auch: Philosophical Transactions, London 1776, T. LXVI, Part I, p. 196.
Chiaje siehe unter Delle Chiaje.
44) Ciaccio, Intorno al finale distribuimento dei nervi nell' organo elettrico della Torpedine (*Torpedo Narke* Risso). Archivio per la Zoologia, l'Anatomia e la Fisiologia, publicato per cura dei professori S. Richiardi e G. Canestrini (Edizione di soli 100 esemplari), Serie II, Vol. II, Fascicolo 1, Marzo 1870.
45) Derselbe, Intorno all' intima tessitura dell' organo elettrico della Torpedine (*Torpedo Narke*). Rendiconti dell'Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, Sessione del 21 Maggio 1874. Deutsch in Moleschott's Untersuchungen zur Naturlehre, Bd. XI (1874), 1876, p. XXIII.
46) Derselbe, Nuove osservazioni intorno all' intima tessitura dell' organo elettrico della Torpedine (*Torpedo Narke* Risso e *Torpedo Galvanii* Bonap.). Lo Spallanzani, Rivista di Scienze mediche e naturali, Anno XIII, Fasc. 10, Modena 1875.
47) Derselbe, Della somiglianza tra la piastra elettrica e l'escitomotoria della Torpedine e di alcune differenze che mostrano nella struttura loro i segmenti interannulari delle fibre nervee che vanno all' organo elettrico della stessa. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, 11 Novembre 1875.
48) Derselbe, Osservazioni intorno al modo come terminano i nervi motori ne' muscoli striati delle Torpedini e delle Razze e intorno alla somiglianza tra la piastra elettrica delle Torpedini e la motrice. Memorie della Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, Serie III, T. VIII, Bologna 1877.
49) Derselbe, Observations sur la terminaison des nerfs moteurs dans les muscles striés des torpilles et des raies et sur la rassemblance de la plaque électrique et de la plaque motrice de la torpille. Journal de Micrographie, 1878.

50) Ciaccio, Nota sopra la punteggiatura della piastra elettrica del Gimnoto. Rendiconto dell' Accademia delle Scienze dell' Istituto di Bologna, 1878/79.

51) Derselbe, La terminaison des nerfs dans les plaques électriques de la torpille. Journal de Micrographie, 1888, Année XII, p. 433.

52) Derselbe, Se la terminazione dei nervi nelle piastre elettriche delle Torpedini sia un plesso o una rete o veramente nè l'uno nè l'altro, ma una cosa tutta speciale. Lo Spallanzani, Serie III, T. XVIII, Roma 1888.

53) Derselbe, Nuove osservazioni sopra l'intima tessitura dei prismi elettrici delle Torpedini. Rendiconto delle sessioni della R. Accademia delle scienze dell' Istituto di Bologna, Anno accademico 1894/95, Bologna 1895, 6. Sessione, 10. Febr. 1895 (p. 44); Bolletino delle Scienze mediche, Vol. VI, T. V, p. 239.

54) Derselbe, Sugli organi elettrici delle Torpedini. Bolletino delle Scienze mediche, Vol. VIII, 1897.

55) Colladon, Expériences sur la torpille. Comptes rendus, Paris, T. III, 1836, p. 490. — Dasselbe, Annales des Sciences naturelles, Série II, T. VI, Zoologie, 1836, p. 255. — Dasselbe, Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Bd. XXXIX, 1836, p. 411. — Auch: Froriep's Notizen, No. 1093, p. 229.

56) Crevatin, Ueber das sogenannte Stäbchennetz im elektrischen Organ der Zitterrochen. Anatomischer Anzeiger, Bd. XIV, No. 9, 15. Januar 1898, p. 243.

57) Cuvier, Le Règne animal distribué d'après son organisation. Edition accompagnée de planches gravées. Paris 1836—49. Les Poissons, avec un atlas, par M. A. Valenciennes.

58) Derselbe und Valenciennes, Histoire naturelle des Poissons, T. XV, Paris 1840.

59) Derselbe und Duvernoy, Leçons d'Anatomie comparée, édition II, T. VIII, Paris 1846. XXXIX. Leçon, Article 5: Des organes électriques de plusieurs poissons, p. 690.

d'Arsonval siehe unter Arsonval.

60) Darwin, Origin of Species, 1861, p. 213.

61) Davy, Humphry, An Account of some Experiments on the *Torpedo*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, for the year 1829, Part I, p. 15.

62) Davy, John, An Account of some Experiments and Observations on the *Torpedo*. In: Researches physiological and anatomical, Vol. I, London 1839. Siehe auch: Philosophical Transactions of the Royal Society of London, for the year 1832, p. 259.

63) Derselbe, Observations on the *Torpedo*, with an Account of some additional Experiments on its Electricity. 1) On the foetal Development of the *Torpedo*. 2) On the Species of *Torpedo* in the Mediterraneum. 3) An Account of some additional Experiments on the Electricity of the *Torpedo*. Philosophical Transactions, London 1834, for the year 1834, Part I, p. 531.

De Lamballe, siehe unter Jobert (de Lamballe).

64) De la Rive, Zusatz zu der Arbeit von Miranda und Paci: Expériences sur le Gymnote électrique. Archives de l'Électricité, Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève, T. V, Année 1845, p. 503.

65) Derselbe, Traité d'Électricité théorique et appliquée, T. III, Paris 1858.

66) Delle Chiaje, Anatomiche disamine sulle Torpedini. Atti del R. Istituto d'Incoraggiamento alle Scienze naturali di Napoli, VI, 1839/40. Siehe auch: Miscellanea anatomico-patologica, Napoli 1847.

67) Derselbe, Descrizione, anatomia e potere elettrico del Gimnoto della Real Casa. In: Miscellanea anatomico-patologica, Napoli 1847, T. I.

68) De Sanctis, Embriogenia degli organi elettrici delle Torpedini e degli organi pseudoelettrici delle Raje. Atti della R. Accademia delle Scienze fisiche e matematiche di Napoli, Vol. V, 1872.

69) Derselbe, Embryogénie des organes électriques de la torpille et des organes pseudoélectriques de la raie Journal de Zoologie p. Gervais, T. II.

70) Du Bois-Reymond, Quae apud veteres de piscibus electricis exstant argumenta. Dissert. inaugur. Berolini, 1843.

71) Derselbe, Vorläufiger Abriss einer Untersuchung über den Muskelstrom und über die elektromotorischen Fische. Poggendorff's Annalen, Bd. LVIII, 1843.

72) Derselbe, Untersuchungen über thierische Elektricität. 1848/49.

73) Derselbe, Ein nach Berlin gelangter lebender Zitterwels. Monatsberichte der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, aus dem Jahre 1857 (Sitzung vom 13. Aug. 1857), Berlin 1858, p. 424.

74) Derselbe, Ueber lebend nach Berlin gelangte Zitterwelse aus Westafrika. Monatsberichte der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, aus dem Jahre 1858 (Sitzung vom 28. Januar 1858), Berlin 1859, p. 84.

75) Derselbe, Bemerkungen über die Reaction der elektrischen Organe und der Muskeln. Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1859, p. 846.

76) Derselbe, Zur Geschichte der Entdeckungen am Zitterwelse (*Malapterurus electricus*). Archiv für Anatomie und Physiologie, 1859, p. 209. (Du Bois-Reymond trägt nach, dass der italienische Kliniker Ranzi vor ihm zuerst festgestellt hat, dass die Pole des elektrischen Organs des Welses, ebenso wie jene des Zitteraales, an den beiden Enden, d. h. am Schwanze und am Kopfe des Thieres gelegen sind, und dass im Welse, entgegengesetzt wie bei dem Zitteraale, der Strom vom Kopfe zum Schwanze gerichtet ist.)

77) Du Bois-Reymond, Ueber Jodkalium-Elektrolyse und Polarisation durch den Schlag des Zitterwelses. Monatsberichte der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, 1861, p. 1105.

78) Derselbe, Ueber die räumliche Ausbreitung des Schlages der Zitterfische. Monatsberichte der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, 1864, p. 317.

79) Derselbe, Gesammelte Abhandlungen zur allgemeinen Muskel- und Nervenphysik, Leipzig 1877, Bd. II, Abth. 3, Elektrische Fische.

80) Derselbe, Dr. Carl Sachs' Untersuchungen am Zitteraal, *Gymnotus electricus*. Nach seinem Tode bearbeitet von E. Du Bois-Reymond. Mit zwei Abhandlungen von G. Fritsch. Leipzig 1881.

81) Derselbe, Bericht über die bisherigen Ergebnisse der von Prof. G. Fritsch zur weiteren Erforschung der elektrischen Organe der Fische unternommenen Reise (*Malopterurus, Mormyri*). Monatsberichte der Königl. Preussischen Akademie der Wissensch. zu Berlin, aus dem Jahre 1881, Berlin 1882, p. 1149; dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1882, Physiologische Abth., p. 61.

82) Derselbe, Vorläufiger Bericht über die von Prof. G. Fritsch in Aegypten und am Mittelmeer angestellten neuen Untersuchungen an elektrischen Fischen. Zweite Hälfte (*Malopterurus, Mormyri, Torpedines, Raja*). Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie der Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1882, Berlin 1882, p. 477; dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1882, Physiologische Abth., p. 387.

83) Derselbe, Ueber secundär-elektromotorische Erscheinungen an Muskeln, Nerven und elektrischen Organen. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1883, I. Halbbd., p. 343.

84) Derselbe, Lebende Zitterrochen in Berlin. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1884, I. Halbbd., p. 181; dasselbe im Archiv für Anatomie u. Physiologie, Jahrg. 1885, Physiologische Abth., p. 86.

85) Derselbe, Lebende Zitterrochen in Berlin. Zweite Mittheilung. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1885, II. Halbbd., p. 691; dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1887, Physiologische Abth., p. 51.

86) Derselbe, Bemerkungen über einige neuere Versuche an *Torpedo*. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1888, I. Halbbd., p. 531; Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1889, Physiologische Abth., p. 316.

87) Derselbe, Ueber secundär-elektromotorische Erscheinungen an den elektrischen Geweben. Zweite Mittheilung. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1889, II. Halbbd., p. 1131; dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1891, Physiologische Abth., p. 402.

88) Derselbe, Vorläufiger Bericht über die von Prof. G. Fritsch angestellten neuen Untersuchungen an elektrischen Fischen. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1891, I. Halbbd., p. 223; dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1892, Physiologische Abth., Supplement-Band, p. 216.

89) Derselbe, Einige Versuche an ganz jungen Zitterrochen. Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1893, Physiologische Abth., p. 190.

90) Duméril, Monographie de la famille des Torpédiniens. Revue et Magazin de Zoologie, Paris 1852.

Duvernoy et Cuvier, Leçons d'Anatomie comparée, 2. édition, T. VIII, Paris 1846, XXXIX. Leçon, Article 5: Des organes électriques de plusieurs poissons, p. 690. (Siehe unter 59.)

91) Ecker, Einige Beobachtungen über die Entwickelung der Nerven des elektrischen Organs von *Torpedo Galvanii*. Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie, Bd. I, 1849.

92) Derselbe, Die Nerven-Endigungen im elektrischen Organ der *Mormyri*. Untersuchungen zur Ichthyologie, Freiburg 1857, p. 29.

93) Derselbe, Ueber das elektrische Organ von *Mormyrus dorsalis*. Berichte über die Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., Aug. 1855, Bd. I, Heft 2, 1858, No. 11, p. 176.

94) Derselbe, Ueber das elektrische Organ der *Mormyri*. Berichte über die Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. Br., März 1858, Bd. I, Heft 4, 1858, p. 472.

95) Eckhard, Beiträge zur Anatomie und Physiologie, Bd. I, Giessen 1858, p. 159.

Edwards siehe unter Milne-Edwards.

96) Engelmann, Th. W., Die Blätterschicht der elektrischen Organe von *Raja* in ihren genetischen Beziehungen zur quergestreiften Muskelsubstanz. Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. LVII, 1894, p. 149.

97) Erdl, Ueber den *Gymnarchus niloticus*. Bulletin d. Königl. Bayerischen Akademie d. Wissensch. München, No. 69 (10. Oct. 1846) und No 13 (13. April 1847).

98) Derselbe, Ueber eine neue Form elektrischen Apparates bei *Gymnarchus niloticus*. Münchener Gelehrt. Anz., 1847, Bd. XXIV. — Sur une nouvelle forme d'appareil électrique. L'Insitut, Journ. univers. d. Sc., 1847, T. XV.

99) Ewald, Aug., Ueber den Modus der Nervenverbreitung im elektrischen Organ von *Torpedo* und die Bedeutung desselben für die Physiologie der Entladung des Organs. Habilitations-Schrift, Heidelberg 1881; abgedruckt auch in Bd. IV, Heft 1 der Untersuchungen des physiologischen Instituts der Universität Heidelberg.

100) Ewart, The electrical Organ of the Skate. On the Development of the electrical Organ of *Raja batis*. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, for the year 1888, Vol. CLXXIX, London 1889, p. 399.
101) Derselbe, On the Structure of the electrical Organ of *Raja circularis*. Ebenda, p. 410.
102) Derselbe, The electrical Organ of the Skate. The electrical Organ of *Raja radiata*. Ebenda, p. 539.
103) Derselbe, The electrical Organ of the Skate. Observations on the Structure, Relations, progressive Development and Growth of the electrical Organ of the Skate. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Vol. CLXXXIII, 1893, p. 389; Proc. Roy. Soc. London, Vol. XLIV, 1888; Vol. L, 1892, No. 306, p. 474—476.
104) Derselbe, The electrical Organ of Fishes. The Zoologist, Vol. XIII, p. 61—66.
105) Fahlberg, Beskrifning öfver electriske Ålen, *Gymnotus electricus*. Kongl. Vetenskaps Academiens Nya Handlinger, T. XXII, 1801, P. II, p. 122. Siehe auch: Gilbert's Annalen der Physik, Bd. XIV, 1803.
106) Faraday, Notice of the Charakter and Direction of the electric Force of the *Gymnotus* (1838). In: Experimental Researches in Electricity. Reprimed from the Philosophical Transactions, London, Vol. I, 1839, Vol. II, 1844, Ser. XV. Siehe auch: Poggendorff's Annalen, 1842, Ergänzungsband.
107) Forskål, Descriptiones animalium, quae itinere orientali observavit. Kopenhagen 1775. Herausgegeben von Niebuhr.
108) Fritsch, G., Das Gehirn und Rückenmark des *Gymnotus electricus*. Vergleichend-anatomische Betrachtung der elektrischen Organe von *Gymnotus electricus*. Als Anhang I und II in: Dr. Carl Sachs' Untersuchungen am Zitteraal, *Gymnotus electricus*. Nach seinem Tode bearbeitet von Du Bois-Reymond. Leipzig 1881.
109) Derselbe, Bericht über eine Reise zur Untersuchung der in den Museen Englands und Hollands vorhandenen Torpedineen. Sitzungsberichte der Königl. Preussischen Akademie der Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1882, II. Halbbd., p. 1007.
110) Derselbe, Bericht über die Fortsetzung der Untersuchungen an elektrischen Fischen. Beiträge zur Embryologie von *Torpedo*. Sitzungsberichte der Königl. Preussischen Akademie der Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1883, I. Halbbd., p. 205; dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., Jahrg. 1884, p. 74.
111) Derselbe, Die elektrischen Fische im Lichte der Descendenzlehre. Sammlung gemeinverständlicher wissenschaftlicher Vorträge, herausgegeben von R. Virchow und Fr. von Holtzendorff, Serie XVIII, Heft 430/431, Berlin 1884.
112) Derselbe, Ueber die vergleichende Anatomie der elektrischen Organe und Nerven. Bericht der 56. Versammlung deutscher Naturf. u. Aerzte, Freiburg i. Br. 1884.
113) Derselbe, Zur Organisation des *Gymnarchus niloticus*. Sitzungsberichte der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1885, I. Halbbd., p. 119.
114) Derselbe, Uebersicht der Ergebnisse einer anatomischen Untersuchung über den Zitterwels (*Malopterurus electricus*). Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1886, II. Halbbd., p. 1137.
115) Derselbe, Ergebnisse der Vergleichungen an den elektrischen Organen der Torpedineen. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1884, I. Halbbd., p. 445; dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., Jahrg. 1886, p. 358.
116) Derselbe, Die äussere Haut und die Seitenorgane des Zitterwelses. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1886, 1. Halbbd., p. 415.
117) Derselbe, Das numerische Verhältniss der Elemente des elektrischen Organs der Torpedineen zu den Elementen des Nervensystems. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1889, II. Halbbd., p. 1101; dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., Jahrg. 1890, p. 183.
118) Derselbe, Die elektrischen Fische. I. Abtheilung: *Malopterurus electricus*. Leipzig 1887. II. Abtheilung: Die Torpedineen. Leipzig 1890.
119) Derselbe, Zweiter Bericht über neuere Untersuchungen an elektrischen Fischen. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1891, II. Halbbd., p. 601.
120) Derselbe, Weitere Beiträge zur Kenntniss der schwach elektrischen Fische. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1891, II. Halbbd., p. 941 (*Mormyri*); dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., Jahrg. 1892, Supplement-Band, p. 221.
121) Derselbe, Bericht über die im Frühjahr 1894 mit Unterstützung der Humboldt-Stiftung für Naturforschung und Reisen ausgeführte wissenschaftliche Reise. Sitzungsber. d. Königl. Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1894, II. Halbbd., p. 691.
122) Fuchs, Einige Beobachtungen an den elektrischen Nerven von *Torpedo oculata*. Centralbl. f. d. Physiologie, 1894, No. 17.
123) Galvani, Memorie sulla elettricità animale . . . . al celebre Abate Lazzaro Spallanzani, Bologna 1797. Opere edite ed inedite, Bologna 1841.
124) Garden, An Account of the *Gymnotus electricus* or Electrical Eel. Philosophical Transactions, London, for the year 1775, Vol. LXV, Part I, p. 102.

125) Gassiot, On the Attractions Force manifested by the Electricity of the *Gymnotus electricus.* The Transactions and the Proceedings of the London Electrical Society, from 1837 to 1840, London 1841.
126) Gay-Lussac et A. v. Humboldt, Expériences sur la torpille. Annales de Chimie, T. LVI, 30. Vendémiaire an XIV, p. 15.
127) Gemminger, Elektrisches Organ von *Mormyrus oxyrhynchus* und *dorsalis.* Dissert. inaug., München 1847.
128) Geoffroy St. Hilaire, Étienne, Mémoire sur l'anatomie comparée des organes électriques de la Raie Torpille, du *Gymnotus* engourdissant et du Silure trembleur. Annales du Musée d'Hist. nat., T. I, 1802, p. 392.
129) Derselbe, Description de l'Égypte, édit. Pankoucke 1829, T. XXIV, Poissons, p. 304.
130) Girardi, Saggio d'osservazioni anatomiche intorno agli organi elettrici delle Torpedini. Memorie di Matematica e Fisica della Società italiana, Tomo III, Verona 1786, p. 353.
131) Goodsir, The Annals and Magazine of Natural History, Vol. XV, 1845, p. 122 (*Raja*).
132) Gotsch, The electrical Discharge of *Malapterurus electricus.* Proceedings of the Physiological Society, No. IV, 12. Dec. 1885. In: The Journal of Physiology by Foster, Vol. VII.
133) Derselbe, The electromotive Properties of the electrical Organ of *Torpedo marmorata.* Philosophical Transactions, London, Vol. CLXXVIII, B, 1887, p. 487; dasselbe: Proceedings of the Royal Society of London, Vol. XLII, 1887, p. 357.
134) Derselbe und Burdon Sanderson, On the electrical Organ of the Skate. The Journal of Physiology, Vol. IX, 1888, p. 137; Vol. X, 1889, p. 259.
135) Derselbe, Results of some Experiments on curarised Torpedos. Physiol. Soc. Proc., No. II, Oxford, March 17 1888.
136) Derselbe, Further Observations on the electromotive Properties of the electrical Organ of *Torpedo marmorata.* Philosophical Transactions of the Royal Society of London, for the year 1888, Vol. CLXXIX, B, London 1889, p. 329; siehe auch: Proceedings of the Royal Society of London, Vol. XLIII, London, p. 418.
137) Derselbe, Ueber den Entladungsschlag von *Malapterurus electricus.* Bericht über den III. internationalen Physiologen-Congress in Bern vom 9.—13. Sept. 1895, Sitzung vom 10. Sept. In: Centralblatt für Physiologie, 19. Oct. 1895, Bd. IX, No. 15, p. 471.
Derselbe und G. J. Burch, The electromotive Properties of the electrical Organ of *Malapterurus electricus.* Philosophical Transactions of the Royal Society of London, Series B, Vol. CLXXXVII, for the year 1896, p. 347; Proceedings of the Royal Society of London, Vol. LX, 1897, p. 37. (Siehe unter 41.)
138) s'Gravesande, Verhandelingen uitgegeven door de Hollandse Maatschappij der Weetenschappen te Haarlem, D. II, 1755.
139) Günther, A., Catalogue of the Fishes in the British Museum, Vol. V, London 1864.
140) Guisan, De Gymnoto electrico. Tübingen 1819.
141) Hartmann, R., Bemerkungen über die elektrischen Organe der Fische. Archiv f. Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1861, p. 646, und Jahrg. 1862, p. 762 (*Torpedo, Malopterurus, Mormyrus oxyrhynchus*).
142) Henle, Ueber *Narcine,* eine neue Gattung elektrischer Rochen nebst einer Synopsis der elektrischen Rochen. Berlin 1834.
143) Hermann, L., Neue vermeintliche Argumente für die Moleculartheorie des Muskel- und Nervenstroms. Archiv für die gesammte Physiologie, Bd. XXVI, 1881, p. 483.
Hilaire siehe unter Geoffroy St. Hilaire.
von Humboldt, A. und Gay-Lussac, Expériences sur la torpille. Annales de Chimie, T. LVI, 30. Vendémiaire an XIV, p. 15. (Siehe unter 126.)
144) Humboldt, A. von, Observations sur l'Anguille électrique (*Gymnotus electricus* L.). In: Recueil d'Observations de Zoologie et d'Anatomie comparée, Paris 1811, Vol. I, p. 49.
145) Derselbe, Voyage aux régions équinoxiales du Nouveau Continent. Relation historique. Paris 1819, T. II. Reise in die Aequinoctialgegenden des neuen Continentes. Stuttgart und Tübingen 1820.
146) Hunter, John, Anatomical Observations on the *Torpedo.* Philosophical Transactions, London 1773, Vol. LXIII, Part I, p. 481; siehe auch: Works, Vol. IV, London 1835.
147) Derselbe, An account of the *Gymnotus electricus.* Philosophical Transactions, London, Vol. LXV, for the year 1775, p. 395.
148) Ingenhouss, Extract of a Letter from Dr. John Ingenhouss to Sir John Pringle containing some Experiments on the *Torpedo,* made at Leghorn 1773. Philosophical Transactions, London, for the year 1775, Part I, p. 1.
149) Jobert (de Lamballe), Recherches anatomiques sur l'organe électrique de la torpille. Comptes rendus, Paris 1844, Tome XVIII, p. 810.
150) Derselbe, Des appareils électriques des poissons électriques. Paris 1858.
151) Jolyet, Recherches sur la torpille électrique. Ann. Sci. nat. de Bordeaux et du Sud-Ouest, Série II, No. 2; Mém. Soc. Sci. de Bordeaux, T. V, 1883.

152) IWANZOFF, Der mikroskopische Bau des elektrischen Organs von *Torpedo.* Bulletin de la Société Impériale des Naturalistes de Moscou, 1894, No. 4.

153) Derselbe, Das Schwanzorgan von *Raja.* Ebenda, 1895, p. 53.

154) KEFERSTEIN und KUPFFER, Ueber den feineren Bau des elektrischen Organs beim Zitteraal (*Gymnotus electricus*) mit Rücksicht auf den Bau bei anderen elektrischen Fischen, insbesondere bei *Mormyrus oxyrhynchus.* Mit nachträglichen Bemerkungen über die Endigungen der Nerven im Allgemeinen. Nachrichten von der G.-A.-Universität und der Königl. Gesellschaft d. Wissensch. zu Göttingen, 16. Nov. 1857, No. 19, p. 253.

155) Dieselben, Untersuchung über die elektrischen Organe von *Gymnotus electricus* und *Mormyrus oxyrhynchus.* HENLE's und PFEUFER's Zeitschrift für rationelle Medicin, 3. Reihe, Bd. II, 1858, p. 344.

156) KEFERSTEIN, Beitrag zur Geschichte der Physik der elektrischen Fische. MOLESCHOTT's Untersuchnngen, Bd. VI.

157) KNOX, Observations on the general Anatomy of the *Gymnotus electricus*, the Electric Eel of America; and on the philosophical Anatomy of the electric Organs. The Edinburgh Journal of Science by DAVID BREWSTER, Vol. I, 1824, p. 96.

158) KÖLLIKER, Berichte von der Königl. zootomischen Anstalt zu Würzburg. Zweiter Bericht für das Schuljahr 1847/48. Leipzig 1849: Ueber die elektrischen Organe des *Mormyrus longipinnis* RÜP.

159) Derselbe, Untersuchungen zur vergleichenden Gewebelehre, angestellt in Nizza im Herbste 1856. I. Ueber die Endigung der Nerven im elektrischen Organ der Zitterrochen. II. Ueber das Schwanzorgan des gewöhnlichen Rochen. Verhandlungen der Physikalisch-medicinischen Gesellschaft in Würzburg, Bd. VIII, 1858, p. 2 uud p. 12; vorl. Mitth. in: Comptes rendus, Paris, 27. Oct. 1856.

160) KRAUSE, W., Die Nervenendigung im elektrischen Organ. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Histologie, Bd. III, 1886.

161) Derselbe, Ueber die Folgen der Resection der elektrischen Nerven des Zitterrochen. Sitzungsber. der Königl. Preussischen Akademie der Wissensch. zu Berlin, Jahrg. 1886, II. Halbbd., p. 675; dasselbe im Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1887, Physiologische Abth., p. 148.

162) Derselbe, Die Nervenendigung im elektrischen Organ. Zweiter Artikel. Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie, Bd. IV, 1887.

163) Derselbe, Die Nervenendigung im elektrischen Organ. Dritter Artikel. Ebenda, Bd. VIII, 1891.

KUPFFER siehe unter KEFERSTEIN und KUPFFER, No. 153 und 154.

164) LACÉPÈDE, Histoire naturelle des Poissons. Paris 1800.

LAMBALLE, siehe unter JOBERT (DE LAMBALLE).

165) LEUNIS, Synopsis der Thierkunde. 3. von H. LUDWIG herausgegebene Auflage, Hannover 1883, Bd. I, p. 723.

166) LEYDIG, Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rochen und Haie. Leipzig 1852. § 53, Elektrisches Organ, p. 83.

167) Derselbe, Kleinere Mittheilungen zur thierischen Gewebelehre. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin, Jahrg. 1854, p. 314 (*Raja*).

168) Derselbe, Lehrbuch der Histologie des Menschen und der Thiere, 1857, p. 207.

169) LINARI, SANTI, Recherches sur les propriétés électriques et électrophysiologiques de la Torpille. Bibliothèque universelle de Genève, Nouvelle Série, T. VIII, 1837, p. 395; L'Institut, No. 167, 235; FRORIEP's Neue Notizen, 1839, No. 191.

170) LORENZINI, Osservazioni intorno alle Torpedini fatte da STEFANO LORENZINI Fiorentino e dedicate al Serenissimo Ferdinando III, Principe di Toscana. In Firenze per l'Onofri 1678. Im Auszug in den: Miscellanea curiosa s. Ephemeridum medico-physicarum annus IX et X, 1680, p. 389, und in: VALENTINI, Amphitheatrum zootomicum, Francof. a. M. 1720, T. II, p. 110.

171) LOTT, VAN DER, Bericht von dem Congu-Aal. Mém. de l'Acad. de Harlem, T. VI, p. 87.

LUSSAC siehe unter GAY-LUSSAC.

172) MANN, G., Die fibrilläre Structur der Nervenzellen (Riesenganglienzellen des *Malopterurus*). Verhandl. der Anatomischen Gesellschaft auf der 12. Versammlung in Kiel vom 17.—20. April 1898, Jena 1898, p. 39—40

173) MAREY, Du temps qui s'écoule entre l'excitation du nerf electrique de la torpille et la décharge de son appareil. Comptes rendus, Paris, T. LXXIII, 1871, p. 918.

174) Derselbe, Détermination de la durée de la décharge électrique chez la torpille. Comptes rendus, Paris, T. LXXIII, 1871, p. 958.

175) Derselbe, Sur les caractères des décharges électriques de la torpille. Comptes rendus, Paris, T. LXXXIV, 1877, p. 190.

176) Derselbe, Sur la décharge de la torpille, étudiée au moyen de l'électromètre de LIPPMANN. Comptes rendus, Paris, T. LXXXIV, 1877, p. 354.

177) Derselbe, Physiologie expérimentale, Paris 1877, T. III, p. 1—62; Travaux du Laboratoire de M. MAREY.

178) Derselbe, Nouvelles recherches sur les poissons électriques; caractères de la décharge du Gymnote; effets d'une décharge de torpille, lancée dans un téléphone. Comptes rendus, Paris, T. LXXXVIII, 1879, p. 318.

179) Marey, Sur un Gymnote électrique vivant reçu du Para. Comptes rendus, Paris, T. LXXXIX, 1879, p. 630.
180) Marcuse, W., Beiträge zur Kenntniss des Stoffumsatzes in dem thätigen elektrischen Organ des Zitterrochen auf Grund experimenteller Studien an der Zoologischen Station zu Neapel. Inaug.-Dissert., Breslau 1891.
181) Markusen, Sur quelques particularités relatives à l'organisation des Mormyres. Gazette médicale de Paris, T. VIII, 26 Févr. 1853, p. 136.
182) Derselbe, Vorläufige Mittheilung aus einer Arbeit über die Familie der Mormyren. Bulletin de la Classe physico-mathémat. de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, T. XII, No. 1 (24 Juin 1853). (St. Pétersbourg-Leipzig 1854.)
183) Derselbe, Mittheilung über das elektrische Organ des Zitterwelses. Bulletin de la Classe physico-mathémat. de l'Académ. Impér. de St. Pétersbourg, T. XII, No. 12/13 (21 Octobre 1853), p. 203. (St. Pétersbourg-Leipzig 1854.)
184) Derselbe, Die Familie der Mormyren. Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg, Série VII, T. VII, No. 4, 1864.
185) Matteucci, Expériences sur l'électricité de la torpille. Comptes rendus, Paris, 1836, T. III, p. 46, 430 und 584.
186) Derselbe, Expériences sur l'électricité de la torpille. Annales des Sciences naturelles, Série II, T. VI, Zoologie, 1836, p. 254.
187) Derselbe, Nouvelles expériences sur la torpille. Comptes rendus, Paris, T. V, 1837, p. 501.
188) Derselbe, Recherches physiques, chimiques et physiologiques sur la torpille. Annales des Sciences naturelles, Série II, Zoologie, T. VIII, Paris 1837, p. 193; dasselbe: Bibliothèque universelle de Genève, Nov. 1837, N. S., T. XII, p. 162.
189) Derselbe, Ueber die elektrischen Erscheinungen beim Zitterrochen. Froriep's Neue Notizen, Febr. 1839, No. 185; siehe auch Jahrg. 1838.
190) Derselbe, Essai sur les phénomènes électriques des animaux, Paris 1840.
191) Derselbe, Sur les phénomènes électriques de la torpille. Archives de l'Électricité par de la Rive. Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève, T. I, Année 1841, p. 571.
192) Derselbe, Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux. Paris 1844.
193) Derselbe, Nouvelles expériences sur la torpille. Comptes rendus, Paris, T. XXI, 1845, p. 575; dasselbe in: Archives de l'Électricité par de la Rive, 1845, T. V, p. 491.
194) Derselbe, Recherches électrophysiologiques. Comptes rendus, Paris, T. XXIII, 1846, p. 356.
195) Derselbe, Mémoire sur le magnétisme développé par le courant électrique et sur un organe particulier de la Raie. Comptes rendus, Paris, 22 Févr. 1847, T. XXIV, p. 301.
196) Derselbe, Lezioni di elettro-fisiologia. Corso dato nell' Università di Pisa nell' anno 1856, Torino 1856: Corso di elettro-fisiologia, Torino 1861.
197) Derselbe, Sul potere elettromotive dell' organo della Torpedine. Il nuovo Cimento, 1860, T. XII.
198) Derselbe, Sur l'électricité de la torpille. Comptes rendus, Paris, T. LXI, 1865, p. 627.
199) Mayer, C., Spicilegium observationum anatomicarum de organo electrico in Raiis anelectricis. Universitätsprogramm zum 3. Aug. 1843, Bonn.
200) Milne-Edwards, Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux, T. XIII, Paris 1878/79, Leçon 128: Décharges électriques, p. 324.
201) Miranda et Paci, Expériences sur le Gymnote électrique. (Communiqué au Congrès scientifique de Naples, Sept. 1845.) Archives de l'Électricité par de la Rive. Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève, T. V, Année 1845, Paris 1845, p. 496.
202) Moreau, Action du curare sur la torpille électrique. Comptes rendus, Paris, T. LI, 1860, p. 573.
203) Derselbe, Recherches sur la nature de la source électrique de la torpille et la manière de recueillir l'électricité produit par l'animal. Annales des Sciences naturelles, Zoologie, T. XVIII, 1862, p. 1; Comptes rendus, Paris, 1862, T. LIV.
204) Derselbe, Recherches physiol. sur la Torpille électrique. Mémoires de Physiologie, 1877.
205) Müller, H., Zur Demonstration der Nerven im elektrischen Organ. Verhandlungen der Physik.-medic. Gesellsch. in Würzburg, Sitzung vom 4. Jan. 1851, Bd. II, 1852.
206) Müller, Joh., Handbuch der Physiologie, III. Aufl., 1837, Th. I.
207) Munk, Zur Anatomie und Physiologie der quergestreiften Muskelfaser der Wirbelthiere mit Anschluss von Beobachtungen über die elektrischen Organe. Nachrichten von der Universität und der Königl. Gesellsch. d. Wissensch. zu Göttingen, 1858, No. 1.
208) Murray, Remarks on the Natural History of electrical Fishes, with the Description of a new Species of ***Malapterurus*** from the old Calabar River, West Africa. The Edinburgh New Philosophical Journal, N. S., Vol. II, 1855, p. 35.
209) Derselbe, Note on Plate of ***Malapterurus Beninensis***. The Edinburgh New Philosophical Journal, Vol. III, 1856, p. 188.

210) Muskens, Zur Kenntniss der elektrischen Organe. Tijdschrift der Nederlandsche Dierkundige Vereeniging, 2. Serie, Deel IV, 1893—94, p. 1 (*Torpedo, Raja*).

211) Musschenbroek, Observ. sur le Poisson électrique de Surinam. Histoire de l'Académie des Scienc. Paris 1760, p. 60.

212) Ogneff, Ueber die Entwickelung des elektrischen Organes bei *Torpedo*. Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1897, Physiologische Abth., Heft 3 und 4.

213) Derselbe, Einige Bemerkungen über den Bau des schwachen elektrischen Organs bei den Mormyriden. Zeitschrift für wissensch. Zoologie, Bd. LXIV, 1898, p. 565.

214) v. Olfers, Die Gattung *Torpedo* in ihren naturhistorischen und antiquarischen Beziehungen erläutert. Berlin 1831.

215) Owen, On the Anatomy of Vertebrates, Vol. I, London 1866.

Paci et Miranda, Expériences sur le Gymnote electrique. (Communiqué au Congrès scientifique de Naples, Sept. 1845.) Archives de l'Electricité par de la Rive. Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève, T. V, Année 1845, Paris 1845, p. 496. (Siehe unter 201.)

216) Pacini, Sulla struttura intima dell' organo elettrico del Gimnoto e di altri pesci elettrici. Gazetta medica italiana federativa, Firenze 1852.

217) Derselbe, Sur la structure intime de l'organe électrique de la Torpille, du Gymnote et d'autres poissons. Archives des Sciences physiques et naturelles, T. XXIV, Genève 1853; Bibliothèque universelle de Genève, 1853, T. XXIV.

218) Derselbe, Sopra l'organo elettrico del Siluro elettrico del Nilo, comparato a quello della Torpedine e del Gimnoto, e sull' apparecchio di Weber nel Siluro, comparato a quello dei Ciprini. Bologna 1846. Annali delle Scienze naturali, Luglio 1846.

219) Peters, W., Ueber den Bau des elektrischen Organes bei dem Zitterwels, *Malapterurus electricus* Lacép. Müller's Archiv für Anatomie, 1845, p. 375.

220) Derselbe, Ueber den in Moçambique vorkommenden Zitterwels (*Malapterurus electricus*). Monatsber. der Königlich Preussischen Akademie d. Wissensch. zu Berlin, Januar 1868, Berlin 1869, p. 121.

221) Derselbe, Naturwissenschaftliche Reise nach Mossambique. Zoologie, IV. Flussfische. Berlin 1868 (*Malopterurus, Mormyri*).

222) Pringle, A Discourse on the *Torpedo*, 1771. Royal Society, 1775.

Derselbe, On the *Torpedo*, London 1783.

223) Purvis, Note on Muscle fibre, electric Disc and motor Plate. Proceedings of the R. Physical Society, 1894/95, p. 72.

224) Ramón y Cajal, Manual de histologia normal y de tecnica micrográfica. Valencia 1888.

225) Ranvier, Des étranglements annulaires et des segments interannulaires chez les Raies et les Torpilles. Comptes rendus, Paris, 4. Nov. 1872.

226) Derselbe, Sur les terminaisons nerveuses dans les lames électriques de la Torpille. Comptes rendus, Paris, T. LXXXI, 20. Dec. 1875; dasselbe, Bulletin hebdomadaire de l'Association scientifique de France, T. XVII, 1876.

227) Derselbe, Sur l'organe électrique de la Torpille. Journal de Micrographie, T. I, 1877.

228) Derselbe, Leçons sur l'histologie du système nerveux, T. II, Paris 1878.

229) Derselbe, Technisches Lehrbuch der Histologie, übersetzt von Dr. W. Nicati und Dr. von Wyss. Leipzig 1888.

230) Ranzi, I. Ueber den Nilwels. II. Versuche über die elektrische Entladung des Nilwelses. In: Il nuovo Cimento, Giornale di Fisica, di Chimica e delle lore applicazioni, compilato dai Professori C. Matteucci e R. Piria, Tomo I, 1855; Tomo II, 1856. Vgl. auch Matteucci, ibidem, Tomo VI, 1858.

231) Réaumur, Des effets que produit le Poisson appelé en français Torpille ou Tremble sur ceux, qui le touchent; et de la cause dont ils dépendent. Mémoires de l'Académie d. Sc., Paris 1714, p. 344.

232) Redi, Esperienze intorno a diverse cose naturali e particolarmente a quelle che ci sono portate dall' Indie fatte da Francesco Redi e scritte in una lettera al Reverendiss. Padre Atanasio Chircher della Compagnia di Giesu, Firenze 1671, p. 47—51. Siehe auch: Opuscula, Vol. II, p. 60.

233) Reichenhaim, Beiträge zur Kenntniss des elektrischen Centralorganes von *Torpedo*. Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1873.

234) Derselbe, Ueber das Rückenmark und den elektrischen Lappen von *Torpedo*. Heidelberg 1876.

235) Remak, Ueber die Enden der Nerven im elektrischen Organ des Zitterrochen. Archiv f. Anatomie, Physiologie u. wissenschaftl. Medicin, Jahrg. 1856.

236) Retzius, G., Ueber die Endigung der Nerven im elektrischen Organ von *Raja clavata* und *Raja radiata*. Biologische Untersuchungen, Neue Folge Bd. VIII, 1898.

Rive siehe unter De la Rive.

237) Robin, Ch., Recherches sur un organe particulier qui se trouve sur les poissons du genre des Raies (*Raja* Cuv.). Comptes rendus, Paris, 18. Mai 1846, T. XXII.

238) Derselbe, Sur un appareil qui se trouve sur les poissons du genre des Raies (*Raja* Cuv.) et qui présente les caractères anatomiques des organes électriques. Annales des Sciences naturelles, III. Série, Zoologie, T. VII, Paris 1847, p. 193.

239) Robin, Ch., Mémoire sur la démonstration expérimentale de la production d'électricité par un appareil propre aux poissons du genre des Raies. Journal de l'Anatomie et de la Physiologie, 1865, p. 506 et 577; Comptes rendus, Paris 1865.
240) Rochebrune, Faune de la Sénégambie, Paris 1883, p. 128 (*Malopterurus*).
241) Röhrmann, Ueber den Stoffwechsel in dem thätigen elektrischen Organ des Zitterrochen nach Versuchen an der Zoologischen Station zu Neapel. Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., Jahrg. 1893, p. 423.
242) Rohon, Das Centralorgan des Nervensystems der Selachier. Denkschr. d. Kaiserl. Akad. d. Wissensch., Wien 1877.
243) Derselbe, Ueber den Ursprung des Nervus vagus bei Selachiern. Wien 1878
244) Rouget, M. Ch., Bulletins de l'Académie de Médecine, 1876.
245) Derselbe, Sur les terminaisons nerveuses dans l'appareil électrique de la Torpille. Comptes rendus, Paris 1876, T. LXXXI.
246) Derselbe, Sur l'appareil électrique de la Torpille. Deuxième note. Comptes rendus, Paris 1876, T. LXXXIII.
247) Derselbe, Note sur la terminaison des nerfs dans l'appareil électrique de la Torpille. Comptes rendus, Paris 1877, T. LXXXV.
248) Derselbe, Note sur la terminaison des nerfs dans l'appareil électrique de la Torpille. Journal de Micrographie, 1878.
249) Rudolphi, Beobachtungen aus der vergleichenden Anatomie. 1) Ueber die elektrischen Fische. Abhandl. d. Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin aus den Jahren 1820/21, Berlin 1822, p. 223 (*Torpedo*, *Gymnotus*).
250) Derselbe, Ueber den Zitterwels. Abhandl. der Königl. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1824, Berlin 1826, p. 137.
251) Rüppell, Fortsetzung der Beschreibung und Abbildung mehrerer neuer Fische, im Nil entdeckt. Frankfurt a. M. 1832 (*Mormyrus*).
252) Sachs, C., Beobachtungen und Versuche am südamerikanischen Zitteraal. In Briefen an Du Bois-Reymond mit einer Vorbemerkung des letzteren. Archiv für Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., 1877, p. 66.
253) Derselbe, Untersuchungen am Zitteraal, ***Gymnotus electricus***. Nach seinem Tode bearbeitet von Emil du Bois-Reymond. Mit zwei Abhandlungen von G. Fritsch. Leipzig 1881.
Saint Hilaire siehe unter Geoffroy St. Hilaire.
Sanctis siehe unter De Sanctis.
Sanderson, Burdon and F. Gotsch, On the electrical Organ of the Skate. The Journal of Physiology, Vol. IX, 1888, p. 137; Vol. X, 1889, p. 259. (Siehe unter 134.)
Santi Linari siehe unter Linari.
254) Sauvage, Étude sur le Faune ichthyologique de l'Ogôoue, in: Nouvelles Archives du Muséum d'Histoire naturelle, II. série, Paris 1880.
255) Savi, Études anatomiques sur le système nerveux et sur l'organe électrique de la Torpille. Als Anhang in dem Werke von Matteucci: Traité des phénomènes électrophysiologiques des animaux, Paris 1844.
256) Schönbein, Observations sur les effets électriques du Gymnote. Archives de l'Électricité par de la Rive, Année 1841, T. I, p. 445. Supplément à la Bibliothèque universelle de Genève, Paris 1841.
257) Derselbe, Mittheilungen aus dem Reisetagebuche eines deutschen Naturforschers. Basel 1842.
258) Schönlein, K., Beobachtungen und Untersuchungen über den Schlag von ***Torpedo***. Zeitschrift für Biologie, Bd. XXXI (N. F. Bd. XIII), Heft 4, 1894.
259) Derselbe, Beobachtungen und Untersuchungen über den Schlag von ***Torpedo***. Zweite Mittheilung. Zeitschrift für Biologie, N. F. Bd. XV, 1896, p. 408.
260) Schultze, M., Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. Erste Mittheilung. ***Malapterurus, Gymnotus***. Abhandlungen der Naturforschenden Gesellsch. zu Halle, Bd. IV, 1858, p. 313. Vgl. auch: Recherches sur les poissons électriques. Annales des Sciences naturelles, 4. Série, T. XI, Zoologie, 1859.
261) Derselbe, Ueber die elektrischen Organe der Fische. Bericht über die Sitzungen der Naturforschenden Gesellsch. zu Halle im Jahre 1857, Sitzung vom 28. November, p. 16. In den Abhandl. der Naturforschenden Gesellsch. zu Halle, Bd. IV, 1858 (auch ***Mormyrus***).
262) Derselbe, Zur Kenntniss der elektrischen Organe der Fische. II. Abth.: ***Torpedo***. Abhandl. der Naturforschenden Gesellsch. zu Halle, Bd. V, 1860, p. 15.
263) Derselbe, Zur Kenntniss des den elektrischen Organen verwandten Schwanzorgans von ***Raja clavata***. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftl. Medicin, Jahrg. 1858, p. 193.
264) Derselbe, Ueber die elektrischen Organe der Fische. Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftl. Medicin, Jahrg. 1862, p. 470. (Polemik gegen R. Hartmann.)
s'Gravesande siehe unter Gravesande.
265) Siehleanu, De pesci elettrici e pseudo-elettrici. Dissert. libera. Napoli 1876.
266) Spallanzani, Lettere ad Sig. Lucchesini. Opuscoli scelti sulle scienze, 1873, T. VI.

267) Stannius, Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. Zootomie der Fische. II. Aufl. Berlin 1854.
268) Stark, James, On the Existence of an electrical Apparatus in the Flapper-Skate and other Rays. Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, 62. Session, Monday 2. Decemb. 1844, Vol. II, No. 25, p. 1; The Annals and Magazine of Natural History, Vol. XV, 1845, p. 122.
269) Steiner, Ueber die Immunität der Zitterrochen (*Torpedo*) gegen ihren eigenen Schlag. Archiv für Anatomie und Physiologie, 1874, p. 688.
270) Steiner, Ueber die Wirkung des amerikanischen Pfeilgiftes Curare. § 4. Wirkung des Curare auf Haifische und Rochen, mit besonderer Berücksichtigung des elektrischen Rochens *Torpedo*. Archiv für Anatomie und Physiologie, Jahrg. 1875, p. 158.
271) Stirling, Note on a curious Habit of the *Malapterurus electricus*. The Journal of Anatomy and Physiology normal and pathological, Vol. XIII, 1879, p. 350.
272) Todd, John, Some Observations and Experiments made on the *Torpedo* of the Cape of Good Hope in the year 1812. Philosophical Transactions of the Royal Society of London, for the year 1816, p. 120.
273) Trinchese, Sulla struttura dei neurococchi. Rend. Accad. Napoli, 1885. — Rendiconti dell' Accad. dei Lincei, 1885.
Valenciennes, Les Poissons, avec un Atlas. In: G. Cuvier, Le Règne animal distribué d'après son organisation etc. Paris 1836—1849. (Siehe unter 57.)
Derselbe und Cuvier, Histoire naturelle des poissons, T. XV, Paris 1840. (Siehe unter 58.)
274) Valenciennes, Nouvelles observations sur l'organe électrique du Silure électrique (*Malapterurus electricus* Lacépède). Annales des Sciences naturelles, 2. Série, T. XIV, Zoologie, Paris 1840, p. 241.
275) Derselbe, Nouvelles recherches sur l'organe électrique du Malaptérure électrique Lacép. (*Silurus electricus* Linn.) Archives du Muséum d'Histoire naturelle, T. III, Paris 1841, p. 43.
276) Valentin, G., Elektricität der Thiere. In Wagner's Handbuch der Physiologie, Bd. I, 1842.
277) Derselbe, Beiträge zur Anatomie des Zitteraales (*Gymnotus electricus*). Neue Denkschriften der Allg. Schweizerischen Gesellsch. für die gesammten Naturwissensch., Bd. VI, Neuschatel, 1842, p. 37.
Van der Lott siehe unter Lott.
278) Volta, Collezione dell' opere ec., Firenze 1816, T. II, P. II, p. 99.
Von Olfers siehe unter Olfers.
279) Wagner, R., Neue Untersuchungen über die Elemente der Nervensubstanz. Vorgelegt der K. Societät am 11 Febr. 1847. Abgedruckt in den Nachrichten von der G.-A.-Universität und der K. Gesellsch. d. Wissensch., 1847, No. 2, Febr. 15, und No. 5, April 26.
280) Derselbe, Neue Untersuchungen über den Bau und die Endigung der Nerven und die Structur der Ganglien. Leipzig 1847.
281) Derselbe, Artikel: Sympathischer Nerv, Ganglienstructur und Nervenendigung, in Bd. III von Wagner's Handwörterbuch der Physiologie.
282) Derselbe, Ueber den feineren Bau des elektrischen Organs im Zitterrochen. Abhandl. der Königl. Gesellsch. der Wissensch. zu Göttingen, Bd. III, 1847.
283) Walsh, John, Of the electric Property of the *Torpedo*. Philosophical Transactions, Vol. LXIII, Part. I, London 1773, p. 461. Gazette de France, 30. Oct. 1772.
284) Derselbe, Of *Torpedo* found on the Coast of England. Philosophical Transactions, London 1774, Vol. LXIV, Part I, p. 464.
285) Derselbe, Rozier's Observations sur la Physique, T. VIII, Paris 1776, p. 331 (*Gymnotus*).
286) Weyl, Th., Physiologische und chemische Studien an *Torpedo*. Zeitschr. f. physiologische Chemie, Bd. VII, 1882/83, p. 541.
287) Derselbe, Die Säulenzahl im elektrischen Organ von *Torpedo oculata*. Centralbl. f. d. medicinischen Wissensch., Jahrg. XX, 1882, No. 16, p. 273.
288) Derselbe, Physiologische und chemische Studien an *Torpedo*. Archiv für Anatomie u. Physiologie, Physiologische Abth., Jahrg. 1883, p. 117; Fortsetzung ibidem, 1884, p. 316.
289) Williamson, Experiments and Observations on the *Gymnotus electricus* or Electrical Eel. Communicated by John Walsh. Philosophical Transactions, London, Vol. LXV, for the year 1775, Part I, p. 94.
290) Wilson, On the electric Fishes as the earliest electric Machines employed by Mankind. Edinburgh New Philosophical Journal, 1857, N. S. Vol. II, p. 278.
291) Wolff, W., Ueber die elektrische Platte von *Torpedo*. Verhandl. der Berliner physiologischen Gesellsch., VII. Sitzung vom 1. Febr. 1884. Archiv f. Anatomie und Physiologie, Physiologische Abth., Jahrg. 1884.
292) Zantedschi, Sur les phénomènes électriques de la Torpille. Comptes rendus, Paris, T. XIV, 1842, p. 488.

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 1959

VIII. Tafelerklärung.

Tafel I und II illustriren die Form der elektrischen Platte (Elektroplax) des Zitterwelsorgans, Tafel III und IV geben Structurbilder der Platte, Tafel V und VI erläutern den Verlauf, die Verzweigung, die Structur und die Endigungen der Nerven im elektrischen Organ des Zitterwelses, Tafel VII zeigt vorwiegend die ausserhalb der Platte gelegenen Bindegewebs-Elemente.

Von den Abbildungen wurden Fig. 16, 17 und 19 auf Tafel I und Fig. 35—45 auf Tafel III, IV und V von Herrn EW. H. RÜBSAAMEN unter meiner Controle genau nach dem Präparat angefertigt. Die übrigen Figuren wurden sämmtlich von mir gezeichnet.

Tafel I.

Fig. 1. Isolirte Elektroplaxe, in natürlicher Grösse. MÜLLER'sche Lösung, Zupfpräparat, und Pikrinsäure-Maceration.

„ 2—15. Isolirte Elektroplaxe, bei ganz schwacher Vergrösserung. (ZEISS, Obj. A, Ocular 1), theils von vorne, theils von hinten gesehen.

Fig. 3, 4, 5, 6, 9, 10. MÜLLER'sche Lösung, Zupfpräparat, Fig. 2, 7, 8, 11—15 Pikrinsäure-Maceration.

Fig. 2—5 und Fig. 7—9 die häufigeren Formen.

Fig. 4—8 sechslappig, Fig. 9 fünflappig, Fig. 10 vierlappig, Fig. 11—15 unregelmässig gelappt, Fig. 11 und 12 fast polygonal. Am Rande der Elektroplaxe die durch Randerhebung hervorgerufene Verdickung sichtbar. In der Mitte einer jeden Elektroplax je eine aus einem Doppelring bestehende Sternfigur; die Strahlen gehen von dem äusseren dunklen Ringe aus. In den Figuren 2—4, 7, 9, 10, 12, 14 sind die Trichterstiele dicht unter dem Trichter abgebrochen. In den Figuren 5, 6, 8, 11 und 15 ist der Trichterstiel noch erhalten und im Zusammenhang mit dem Endnerv, dessen Ursprung aus dem Nervenendstämmchen in den Fig. 6, 8 und 15 an der Hinterfläche der Platte sichtbar ist (in den Pikrinsäure-Macerationen waren die brüchig gewordenen Nerven stets unmittelbar am Rande der isolirten Platten abgebrochen). In Fig. 13 ist nur das vordere Ende des Trichterstiels erhalten. Die bei dieser Vergrösserung schon als kleinste Pünktchen sichtbaren Plattenkerne sind fortgelassen.

„ 16. Einzelne isolirte Elektroplax bei etwas stärkerer Vergrösserung (ZEISS, Obj. A, Ocular 4), MÜLLER'sche Lösung, aus einem Zupfpräparat, ungefärbt in Wasser untersucht. Ungewöhnlich reich gelappte Form. Centrale Sternfigur, Plattenkerne und Randverdickung sichtbar. Trichterstiel dicht hinter dem Trichter abgebrochen.

Fig. 17. Isolirtes Nervenendstämmchen mit den daran sitzenden, gleichfalls isolirten Elektroplaxen. Einige wenige Bindegewebsbündel, welche sich noch zwischen den Platten befanden und nicht entfernt werden konnten, sind nicht mitgezeichnet. Man sieht die hinter den mit den Rändern zum Theil über einander liegenden Elektroplaxen befindlichen Theilungen des Nervenendstämmchens in Endnerven, von denen je einer zu je einer Platte geht. Jede Platte sitzt an ihrem Endnerv, wie entfaltete Blumencorollen an ihren Blüthenstielen. Dort, wo Endnerv und Ende des Trichterstiels an einander stossen und die Nervenendigungen zu suchen sind, ist eine spindelförmige Anschwellung sichtbar. An jeder Elektroplax erkennt man die centrale Sternfigur, den umgebogenen Trichterstiel, die Plattenkerne und die Randerhebung. MÜLLER'sche Lösung, Zupfpräparat, ungefärbt in Wasser untersucht. ZEISS, Obj. A Ocular 3.

„ 18. Optischer Durchschnitt durch die Mitte des centralen Trichterfeldes einer isolirten Platte, welche im Präparat auf die Kante gestellt und deren eine (obere) Hälfte bis in die Nähe des Trichterfeldes abgerissen war, während die andere (im Präparat untere) Hälfte sich umgebogen hatte. Das Ende des Trichterstiels war nicht isolirt, sondern ist in der Figur nur isolirt gezeichnet worden, da es sich von dem Bindegewebe seiner Hülle optisch sehr deutlich abgrenzen liess. Die Ebene des, um mich so auszudrücken, optischen Anschnittes ist hell, alles, was im Präparat unterhalb dieser Ebene sichtbar war, plastisch gehalten. Bei *V* ist die vordere, bei *H* die hintere Seite der Platte. Man sieht die nabelförmige Erhebung des centralen Trichterfeldes. In und hinter derselben befindet sich die Plattenhöhle (*PH*), welche gegen die Hinterfläche der Platte hin sich öffnet und hier von einem wulstartig vorspringenden Rande, dem Randwulst (*RW*), begrenzt und etwas eingeengt wird. Von vorne her ragt in die Plattenhöhle der Trichter hinein, dessen Hohlraum (*TH*) sich nach vorne öffnet, hinten aber blind endigt. Im vorderen Theile der inneren Trichterwand und an der Vorderfläche der nabelartigen Erhebung sieht man zahlreiche abgerundete, papillenartige oder halbkugelige Vorsprünge nach vorne vorragen. Die Aussenwand des Trichters, ebenso wie die innere Oberfläche der Wandung der Plattenhöhle lassen unregelmässige, leistenartige Vorsprünge erkennen. An dem leicht umgebogenen Trichterstiel, welcher sich an den nach hinten durch das blinde Ende seines Hohlraumes abgegrenzten Trichter unmittelbar anschliesst und welcher aus der Plattenhöhle (*PH*) hervortritt, lassen sich ein vorderer dickerer (*VTS*) und hinterer dünnerer Theil (*HTS*) unterscheiden. Die Oberfläche des vorderen Abschnittes ist durch Vorsprünge und leistenartige Erhebungen sehr unregelmässig gestaltet. Durch eine seiner Leisten ist die Ebene des optischen Anschnittes gegangen. Der hintere Abschnitt des Trichterstiels ist dünn und schlank und endigt in einer kleinen Anschwellung, dem Endknopf des Trichterstiels (*EK*). An der Hinterfläche des Endknopfes sind Einkerbungen gezeichnet, welche den in dieselben eingedrückten Nervenendigungen entsprechen; die letzteren wurden in der Zeichnung fortgelassen. In der Plattensubstanz liegen die Plattenkerne, von denen sich in dem vorderen Theil des Trichterstiels zahlreiche, im hinteren Stieltheil nur 3 vorfinden; von den letzteren gehört der eine dem vorderen Theile des Endknopfes (*EK*) an. Bei *RL* blickt man auf eine der Radiärleisten. Ueber die Bedeutung der Linien JL, JL_1 und AL, AL_1 siehe den Text S. 22.

MÜLLER'sche Lösung, Zupfpräparat. Hämatoxylin, Eosin, Canada-Balsam. ZEISS, Apochromat 8,0 mm, Apert. 0,65, Compensations-Ocular No. 12.

„ 19. Vordere Flächenansicht der centralen Trichtergegend an einer isolirten, mit der Plattenvorderfläche nach oben gerichteten Elektroplax, zur Demonstration der Radiärleisten. Die Zeichnung ist weniger plastisch, als flächenhaft gehalten. Plattenkerne. MÜLLER'sche Lösung, Gentianaviolett, Untersuchung in Wasser. ZEISS, Apochromat 8.0 mm, Apert. 0,65, Compensations-Ocular No. 8.


18.
IH
IL
AL
RL
V
H
PH
RW
JL1
AL1
VTS
EK
HTS
1.
2
3.
6
7
8
9
10.
11.
12
17
19.

Tafel II.

Tafel II.

Fig. 20—34. Centrale Trichterfelder von der Fläche, an isolirten Elektroplaxen aus Zupfpräparaten von mit MÜLLER'scher Lösung behandeltem Material. Hämatoxylin, Eosin, Balsam; nur Fig. 22 nach einem mit Anilinfarben tingirten, in Wasser untersuchten Präparat. Fig. 20—22 Flächenbilder der vorderen, Fig. 23 Flächenbild der hinteren Oberfläche. Fig. 24—34 optische Durchschnitte in verschiedener Höhe parallel den Oberflächen der Platte. In Fig. 20—25 und Fig. 27—34 lag die Vorderfläche der Elektroplax in dem Präparate nach oben gewandt, in Fig. 26 und 31 war sie nach unten gerichtet. ZEISS, Apochromat homogene Immersion 3,0 mm, Apert. 1,40, Compensations-Ocular No. 6. Fig. 20—22 sind im Verhältniss ein wenig kleiner gezeichnet als die übrigen Figuren der Tafel.

„ 20. Ein centrales Trichterfeld bei ganz oberflächlicher Einstellung, bei welcher zuerst sichtbar werden: die abgerundeten Spitzen der Papillen und der halbkugeligen Protuberanzen, die unregelmässige Oberfläche der vorderen Kraterwand und die centralen, höchsten Theile der von der letzteren ausgehenden Radiärleisten. Hier und da sieht man schon die Plattenkerne auftauchen.

„ 21. Ein centrales Trichterfeld (von einer anderen Elektroplax als Fig. 20) bei ein wenig tieferer Einstellung. Basaltheile der Papillen und Protuberanzen bei ihrem Ursprung an der vorderen Kraterwand eingestellt. Vorderfläche der Radiärleisten. In der Mitte des Trichterfeldes der von den Protuberanzen begrenzte Eingang in die Trichterhöhle. Plattenkerne deutlich.

„ 22. Centrales Trichterfeld mit starker nabelartiger Vorwölbung und kleiner Trichteröffnung, mehr plastisch gehalten.

„ 23. Zur Demonstration der unregelmässig gestalteten, mit wulstartigen Leisten und Vorsprüngen versehenen Hinterfläche des centralen Trichterfeldes innerhalb der Plattenhöhle. Das Bild entspricht nicht einer optischen Ebene, sondern konnte in Folge der Biegung der vorderen Kraterwand nur bei verschiedenen Einstellungen gewonnen werden. In der Mitte das helle Lumen der Trichterhöhle. Die äussere und innere Kraterwand fangen an, sich als zwei dunkle Ringe zu markiren (vgl. Fig. 18 auf Tafel I).

„ 24—27 und 29. Optische Durchschnitte durch die Trichtergegend in verschiedener Höhe. *AKW* = äussere Kraterwand mit den Radiärleisten, die Plattenhöhle (*PH*) umschliessend. In der Plattenhöhle Bindegewebe mit Zellen und in der Mitte der optische Querschnitt der inneren Kraterwand (Trichterwand), welcher als zweiter dunkler Ring das Lumen der Trichterhöhle umgiebt.

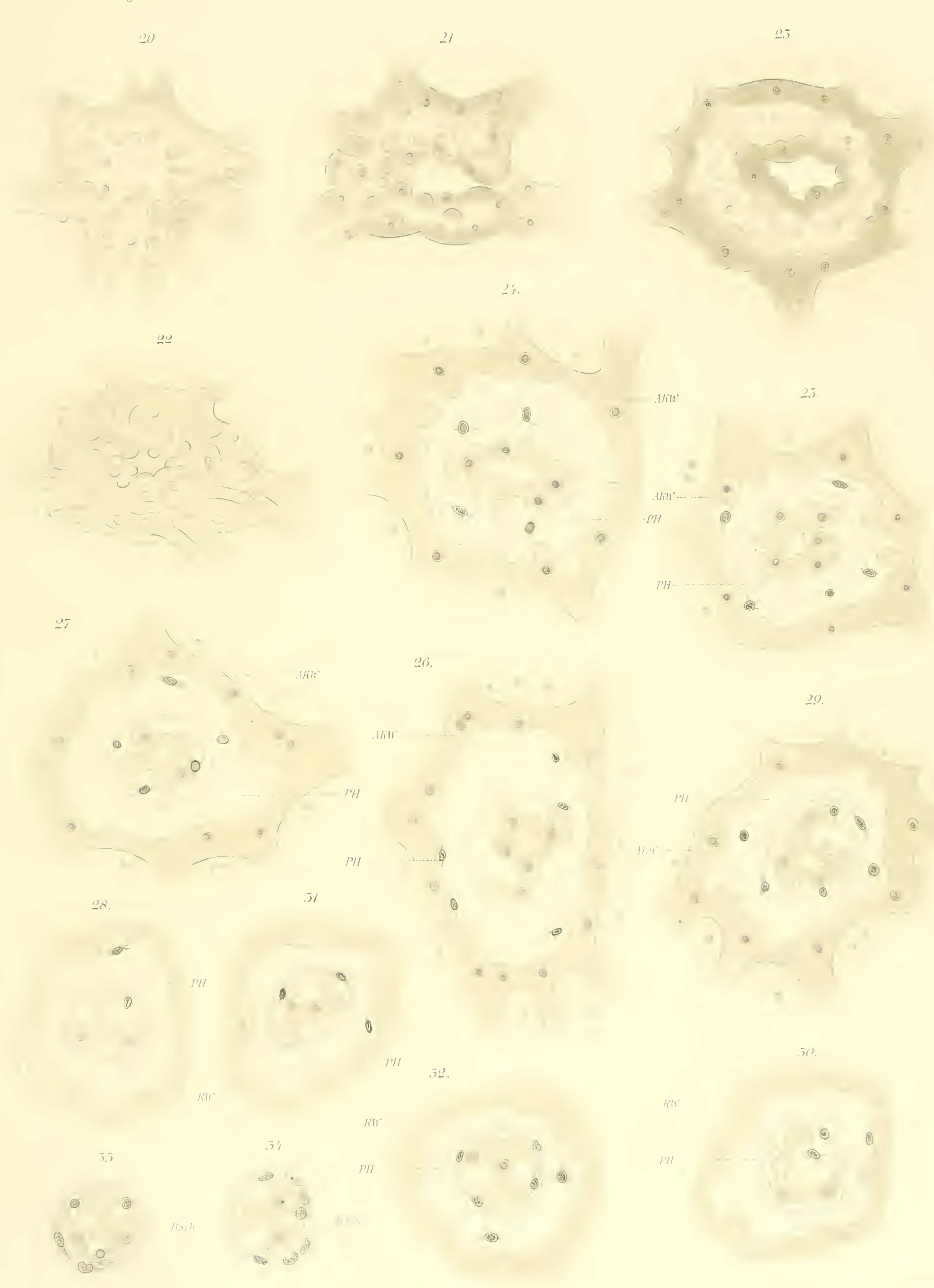
In Fig. 26 ist die Gegend des hinteren blinden Trichterendes getroffen. Die Platte lag so, dass die Vorderfläche nach unten gerichtet war. Man sieht auf die hintere dünne Trichterwand, welche das Trichterlumen von einer Nische des Trichterstiels trennt. Oberhalb davon ein Stück der Trichterwand, welches in tieferer Ebene lag und nicht mehr scharf eingestellt ist. (Siehe Text.)

„ 28, 30—34 zeigen die Form des vorderen Abschnittes des Trichterstiels von verschiedenen Platten auf dem optischen Querschnitt.

Fig. 28 gehört zu Fig. 27 und stellt eine tiefer gelegene optische Ebene durch das Anfangsstück des vorderen Abschnittes des Trichterstiels dar, und zwar noch innerhalb der Plattenhöhle (*PH*) in der Nähe ihrer hinteren Oeffnung, welche von dem Randwulst (*RW*) begrenzt wird. Das Bindegewebe am Trichterstiel zu einer Scheide verdichtet.

Ebenso gehören Fig. 30 zu Fig. 29, Fig. 31 zu Fig. 26 und zeigen das Gleiche.

„ 33 und 34. Zwei optische Querschnitte durch die vorderen Abschnitte des Trichterstiels ausserhalb der Plattenhöhle von verschiedenen Platten. *B.Sch* Bindegewebsscheide des Stiels mit Bindegewebszellen.


20
21
23
22.
24.
AKW
25.
AKW
PH
PH
27.
AKW
26.
AKW
29.
PH
PH
PH
28.
31
PH
PH
RW
32.
30.
RW
RW
PH
PH
33
34
PH
RSch

Tafel III.

Tafel III.

Fig. 35. Schnitt durch die Haut und das elektrische Organ, senkrecht zur Hautoberfläche und parallel der Längsaxe des Fisches, bei schwächerer Vergrösserung (ZEISS, Obj. A, Ocular No. 2). Formol, Hämatoxylin, Eosin, Canadabalsam.

V Kopfseite, *H* Schwanzseite. *Ep* Epidermis mit den in dieselbe hineinragenden Cutispapillen. In der dunklen Masse der gewöhnlichen kleinen Epidermiszellen sieht man die zahlreichen, grossen, zweikernigen Kolbenzellen und die kleinen, hellen Schleimzellen. *Pi* Chromatophorenschicht. *C* lamelläres Cutisgewebe, zugleich die äussere Hülle des elektrischen Organs bildend. *EO* elektrisches Organ. Alle Elektroplaxe senkrecht zur Hautoberfläche gestellt.

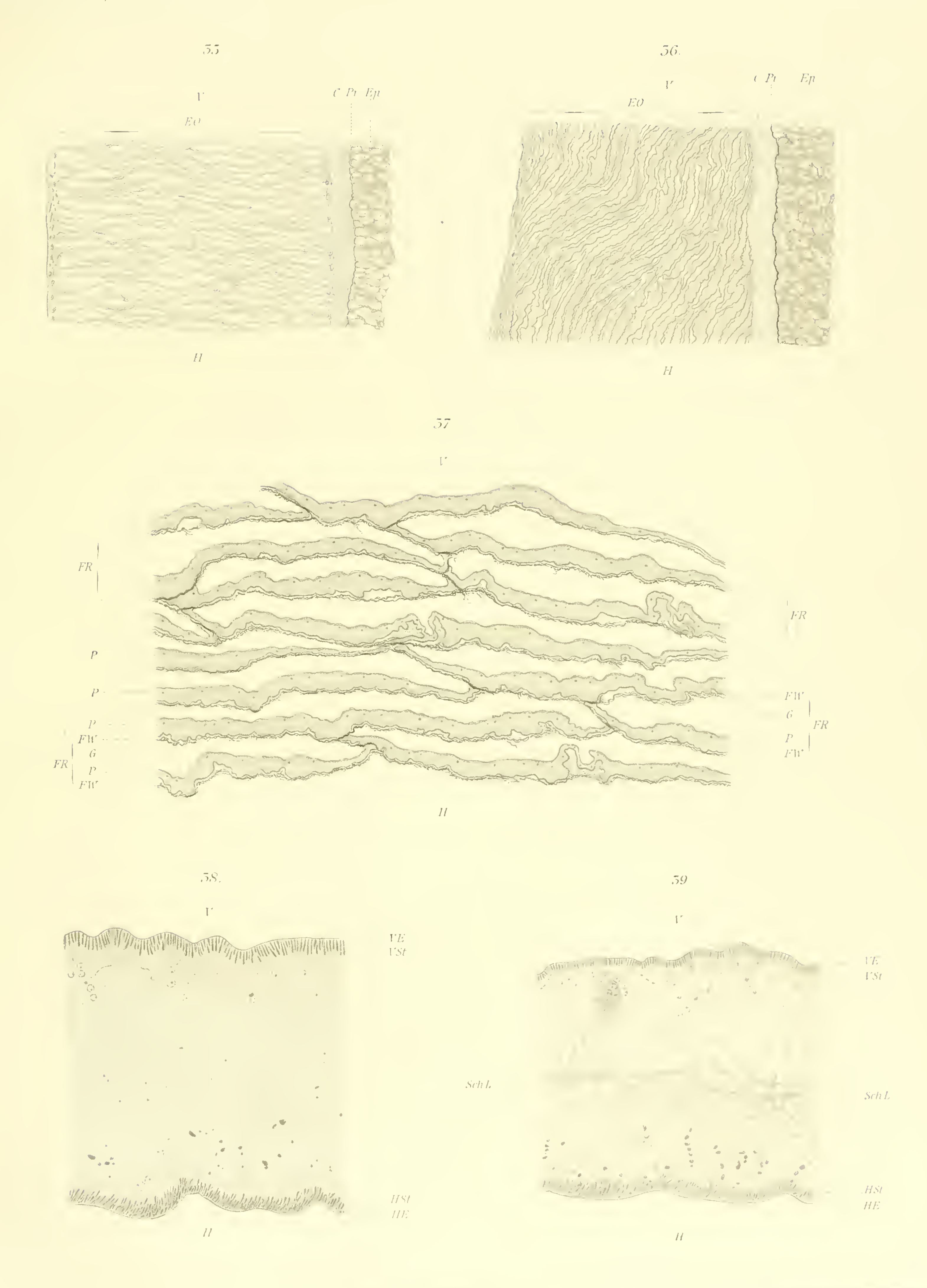
„ 36. Desgleichen. Pikrinsäure-Sublimat, Hämatoxylin, Eosin, Canadabalsam. *EO* elektrisches Organ. Die Elektroplaxe parallel oder annähernd parallel zu der Hautoberfläche gestellt.

„ 37. Schnitt durch ein Stück des elektrischen Organs, senkrecht zur Hautoberfläche, bei etwas stärkerer Vergrösserung (ZEISS, Obj. A., Ocular No. 5). Kalium-bichromicum-Sublimat. Färbung mit Gentianaviolett, Untersuchung in Wasser.

V Kopfseite, *H* Schwanzseite. *P* elektrische Platten, senkrecht zu ihren Oberflächen durchschnitten; in einigen ist das centrale Trichterfeld mitgetroffen. *FW* bindegewebige Fachwände. *G* von Gallertsubstanz eingenommener Raum. *FR* Fachraum, welcher hinten und vorne von den Fachwänden (*FW*) begrenzt wird und vorne (*G*) die Gallertsubstanz, hinten die elektrische Platte (*P*) enthält.

„ 38 und 39. Zwei senkrecht zu den Plattenoberflächen geführte Durchschnitte durch zwei verschiedene Elektroplaxe (innerer Theil des peripherischen Abschnittes der Platte), 2—3 μ dick; Pikrinsäure-Sublimat; intensive Färbung mit Gentianaviolett, Untersuchung in Wasser. ZEISS, Apochrom. homogene Immersion 2,0 mm, Apert. 1,40, Compensations-Ocular No. 12.

V Kopfseite, *H* Schwanzseite der Platte. *VE* Elektrolemm der vorderen Plattenseite, *HE* Elektrolemm der hinteren Plattenseite. *VSt* Stäbchen der vorderen, *HSt* Stäbchen der hinteren Plattenfläche. *SchL* im Entstehen begriffene Schrumpfungslinie. In Fig. 38 ist kein Plattenkern in den Schnitt gefallen; in Fig. 39 befindet sich einer in der Nähe der vorderen Plattenfläche.


35.
V
C Pt Ep
EO
H
36.
V
C Pt Ep
EO
H
37
V
FR
FR
P
P
FW
G
FR
P
FW
P
FW
G
P
FW
FR
H
38.
V
VE
VSt
Sch L
HSt
HE
H
39
V
VE
VSt
Sch L
HSt
HE
H



Tafel IV.

Tafel IV.

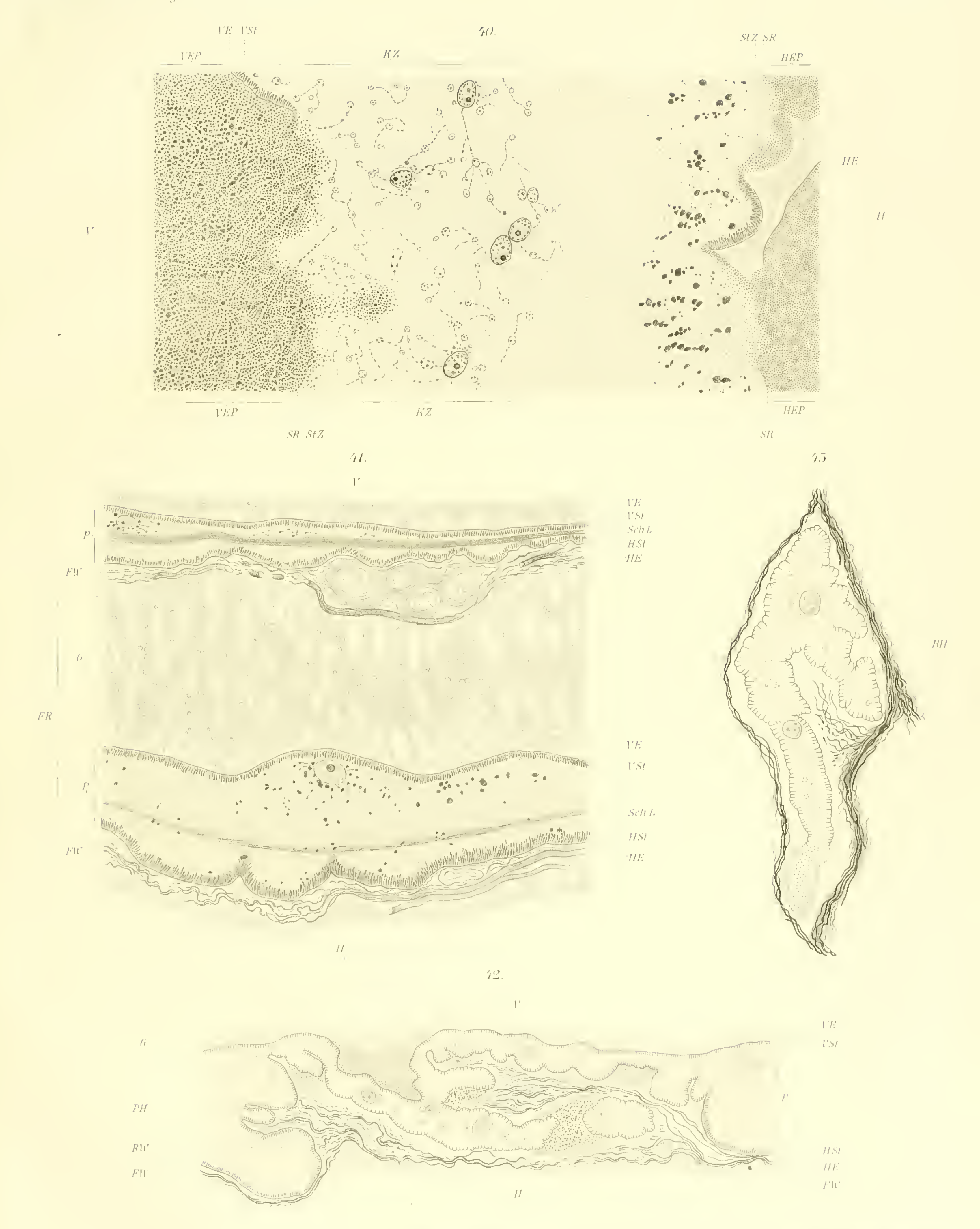
Fig. 40. Sehr flacher Schrägschnitt durch den dickeren, mehr centralen Theil des peripherischen Plattenabschnittes. *V* Kopfseite, *H* Schwanzseite. Pikrinsäure-Sublimat. Intensive Färbung mit Gentianaviolett und Untersuchung in Wasser. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 12.

VEP vorderes Elektrolemm von der Fläche mit dem Bilde der vorderen Punktirung. *HEP* hinteres Elektrolemm von der Fläche mit dem Bilde der hinteren Punktirung. *VE* und *HE* vorderes und hinteres Elektrolemm auf dem Durchschnitt. Zwischen *VEP* und *HEP* die eigentliche Plattensubstanz. *SR*, *SR* Schnittränder des vorderen und hinteren Elektrolemms. In der Nähe dieser Schnittränder bei *StZ* die Zone der Stäbchenquerschnitte. *VSt* vordere Stäbchen der Länge nach. *KZ* Zone der Kerne mit den Fäden und bläschenförmigen Körpern.

„ 41. Senkrecht zu den Plattenflächen ausgeführter Schnitt durch ein Stück des elektrischen Organs. Zwei Plattendurchschnitte (P und P_1) sichtbar, der obere (P) durch den dünneren, der untere (P_1) durch den dickeren Theil des peripherischen Plattenabschnittes. *V* Kopfseite, *H* Schwanzseite. *G* Gallertgewebe, *FW*, *FW* bindegewebige Fachscheidewände, *FR* davon begrenzter Fachraum. *VE* Elektrolemm der vorderen, *HE* Elektrolemm der hinteren Fläche; *VSt* Stäbchen der Vorderseite, *HSt* Stäbchen der Hinterseite der Platte. *SchL* Schrumpfungslinie innerhalb der Plattensubstanz. Formol, intensive Gentianafärbung, Untersuchung in Wasser. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 12.

„ 42. Senkrecht zur Plattenfläche geführter Schnitt durch den mittleren Theil des centralen Trichterfeldes. *FW* bindegewebige Fachscheidewand. *G* Gallertgewebe. *P* Elektroplax. Man sieht den Trichterraum, die Trichterwandung und den Trichterstiel; der letztere ist quer durchschnitten. Kurz vor dem Querschnitt ist das Flächenbild der Punktirung am Trichterstiel sichtbar. *VE* Elektrolemm der Vorderfläche, *HE* Elektrolemm der Hinterfläche; ebenso *VSt* und *HSt* vordere und hintere Stäbchen. *PH* Plattenhöhle. *RW* Randwulst. Pikrinsäure-Sublimat, LÖFFLER'sche Fuchsinbeize, Canadabalsam. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 2,0 mm, Apertur 1,40. Compensations-Ocular No. 8.

„ 43. Querschnitt durch den vorderen Abschnitt des Trichterstiels. *BH* bindegewebige Hülle des Trichterstiels. An der unteren Ecke des Stielquerschnittes das Flächenbild der Punktirung. Pikrinsäure-Sublimat. Eisenhämatoxylin (nur wenig entfärbt). ZEISS, Apochr. homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 12.


40.
VE VSt
VEP
KZ
StZ SR
HEP
HE
H
V
VEP
KZ
HEP
SR StZ
SR
41.
V
VE
VSt
Sch.L.
HSt
HE
P
FW
G
FR
VE
VSt
P
Sch.L.
HSt
FW
HE
H
43.
BH
42.
V
G
VE
VSt
PH
P
RW
HSt
HE
FW
FW
H

Tafel V.

Tafel V.

Fig. 44. Zwei centrale Trichterfelder zweier Elektroplaxe mit Trichterstiel, Spindelanschwellung und Endnerv. Bei *NSt* das Nervenstämmchen, welches sich in die beiden Endnerven theilt. Die beiden Elektroplaxe liegen so, dass die Trichteröffnungen nach oben gerichtet sind, während die zugehörigen Trichterstiele, Endnerven und das Nervenstämmchen hinter der mit den Kernen versehenen Plattensubstanz befindlich sind und durch dieselbe hindurchscheinend gezeichnet wurden. Bei *R* der Rand der Platte, zu welcher das Trichterfeld rechts gehört. Zupfpräparat aus MÜLLER'scher Lösung, Hämatoxylin, Glycerin. ZEISS, Apochr. 8,0 mm, Apert. 0,65. Compensations-Ocular No. 6.

„ 45. Zupfpräparat aus MÜLLER'scher Lösung, ungefärbt in Wasser untersucht. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 2,0 mm, Apert. 1,40, Compensations-Ocular No. 4. Trichter mit einem Stück des centralen Trichterfeldes (der übrige Theil des Trichterfeldes war mit der ganzen Platte von der Umgebung des Trichters abgebrochen), ganzer Trichterstiel im Zusammenhange mit dem Endnerv (*EN*). Der Trichter sowie der vordere, dicke, unregelmässige Abschnitt des Trichterstiels sind vollständig isolirt und wurden im optischen Längsschnitt so gezeichnet, dass die Durchschnittsebene durch die Längsaxe des Trichterraumes und die eine Flügelkante des Trichterstiels geht. Diese Ebene des „optischen Anschnittes" ist hell gehalten; man sieht in ihr die Plattenkerne und bläschenartigen Körper; alles, was hinter dieser Ebene sichtbar wurde, besonders auch die Unterwand des Trichters, wurden plastisch gehalten. Der hintere (in der Zeichnung untere) Abschnitt des Trichterstiels ist halb plastisch, halb im optischen Längsschnitt gezeichnet. Die Kerne, welche man an seiner und des Endknopfes Oberfläche angedeutet sieht, gehören zu den Bindegewebszellen der inneren Trichterstielhülle und lagen der Oberfläche der Stielsubstanz dicht an. *ANH* äussere, *JNH* innere bindegewebige Nervenhülle; beide gehen über die Spindelanschwellung (*Sp*) hinweg direct über in die äussere (*ATSH*) und innere (*JTSH*) Bindegewebshülle des Trichterstiels. *S*, *S* markhaltige Nervensegmente mit Kern; vor der Aufknäuelung am Endknopf eine rückläufige Schlinge des markhaltigen Nerven innerhalb seiner Hüllen.

„ 46—48. Drei völlig isolirte Nervenendbäumchen (*NSt*) mit den Endnerven und den zugehörigen Trichterstielen; die Platten sind von ihren Stielen dicht hinter dem Trichter sämmtlich abgebrochen. Dort, wo der Endnerv an den Endknopf des Trichterstiels herantritt, überall die kernreiche Spindelanschwellung (*Sp*) deutlich. Bei *K*, *K* in Fig. 46 und *K* in Fig. 48 hat sich der ganze Endnerv im hinteren Theil der Spindelanschwellung aufgeknäuelt, so dass der Trichterstiel durch Vermittelung der Anschwellung dem Nervenstämmchen dicht ansitzt. Bei K_1 der Fig. 48 ist diese totale Aufknäuelung sogar an den beiden Endnerven einer dichotomischen Endtheilung erfolgt. Bei *AK* in Fig. 46 im Verlauf des Nervenstämmchens eine Aufknäuelung. In allen drei Figuren, sowohl an den Nerven, als an den Trichterstielen, die äussere und innere Bindegewebshülle mit ihren intensiv gefärbten Kernen sichtbar; die Kerne in der Plattensubstanz der Trichterstiele blass gehalten. Aus Zupfpräparaten von mit MÜLLER'scher Lösung behandeltem Material. Hämatoxylin, Eosin, Canadabalsam. ZEISS, Apochr. 8,0 mm, Apert. 0,65, Compensations-Ocular No. 4.

„ 49—53. Aus Zupfpräparaten von mit MÜLLER'scher Lösung behandeltem Material. Hämatoxylin, Eosin, Canadabalsam. ZEISS, Apochrom. homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 6.

„ 49. Stück eines gröberen Nervenstämmchens aus dem Inneren des elektrischen Organs. *ANH* zellenarme, lockere, äussere Schicht der bindegewebigen Nervenhülle. *JNH* zellenreiche innere Schicht. *JL* innerste helle Lage derselben. *N* markhaltige, in Biegungen verlaufende, mit Kernen versehene Nervenfaser, an welcher die RANVIER'schen Schnürringe aber nicht mehr deutlich sind.

„ 50—53. Spindelanschwellungen mit dem letzten Ende der Endnerven, dem Endknopf und dem hintersten Stück des Trichterstiels sammt den Hüllen. In Fig. 53 ist der ganze hintere, glatte Abschnitt des Trichterstiels gezeichnet. *ANH*, resp. *ATSH* äussere Bindegewebshülle, *JNH*, resp. *JTSH* innere Bindegewebshülle mit zahlreichen intensiv gefärbten Zellkernen. PK_1, PK_2 und PK_3 die drei Kerne des hinteren Abschnittes des Trichterstiels, PK_1 im Endknopf (*EK*) gelegen. *S* die markhaltigen, durch die RANVIER'schen Schnürringe von einander getrennten, mit je einem Kern versehenen, kurzen Segmente des Endnerven. *LS* letztes markhaltiges Segment in unmittelbarer Nähe des Endknopfes. *NEG* Nervenendigung am Endknopf. *NEK* Kerne der Nervenendigung. *SR* durch Schrumpfung entstandener Spaltraum. In Fig. 53 geht nur ein einfacher Endnerv geradlinig zum Endknopf, in den anderen Figuren beschreibt er hinter dem Endknopf Windungen. *JBZ* der innersten Bindegewebslage der Hülle angehörige, dem Elektrolemm der Stielsubstanz dicht angelagerte Zellen.

„ 54. Dasselbe wie in Fig. 50—53, aber ungefärbt und in verdünntem Glycerin untersucht. Starke Aufknäuelung des Endnerven. Die Marksubstanz der markhaltigen Nervensegmente (*S*) sehr deutlich. *Q*, *Q*, *Q* optische Querschnitte durch markhaltige Nervensegmente.


44.
45.
46.
47.
48.
49.
50.
51.
52.
53.
54.
NSt
EN
TS
Sp
R
AK
K
EK
ATSH
JTSH
ANH
JNH
JBZ
PK
NEG
NEK
SR
LS
S
Q

Tafel VI.

Tafel VI.

Die sämmtlichen Figuren dieser Tafel stammen aus in Canadabalsam untersuchten GOLGI-Präparaten, wurden mit ZEISS, Apochr. homogene Immersion 3 mm, Apert. 1,40, Compensations-Ocular No. 12 gezeichnet und bei der Reproduction um $^1/_4$ verkleinert.

Fig. 55—71 illustriren den Verlauf der markhaltigen Nervenfaser des elektrischen Nerven in den Endverästelungen in den Endnerven, in der Endnerven-Aufknäuelung hinter dem Endknopf im hinteren Theil der Spindelanschwellung und schliesslich die tröpfchen- und plättchenartigen Nervenendigungen am Endknopf. In allen Figuren bedeuten: *Sp* Spindelanschwellung; *TS* Trichterstiel; *EK* Endknopf des Trichterstiels; PK_1 Plattenkern im Endknopf; PK_2 mittlerer Plattenkern im dünneren, hinteren Abschnitt des Trichterstiels; *S* markhaltige, mit je einem Kern versehene Segmente des Endnerven; *T* Theilung der Nervenfaser; *ANH* äussere, *JNH* innere bindegewebige Nervenhülle; *ATSH* äussere, *JTSH* innere Bindegewebshülle des Trichterstiels.

In den Figuren 55—66 ist nur der hinterste Theil der Trichterstiele mitgezeichnet. Die Figuren 67—69 zeigen den ganzen Trichterstiel im Zusammenhang mit dem (schematisch gehaltenen, nur in den Umrissen gezeichneten) centralen Trichterfeld, das letztere in den Figuren 67 und 68 von der Fläche, in Fig. 69 im Durchschnitt senkrecht zu den Plattenflächen. Fig. 66 giebt einen Theil eines imprägnirten Nervenendbäumchens mit drei Endnerven (*EN*) und den dazu gehörigen Spindelanschwellungen wieder.

In Fig. 55 endigt die Nervenfaser am Endknopf unverzweigt; in allen übrigen Figuren ist eine Theilung der Nervenfaser des Endnerven kurz vor der Nervenendigung in 2—3, einmal (Fig. 66 rechts) in 4 Terminalzweige eingetreten. Sehr verschiedene Formen der Nervenfaser-Aufwickelung im hinteren Theil der Spindelanschwellung; in den Figuren 61, 63 (untere Spindelanschwellung), 65 und 66 (Spindelanschwellung rechts) ist die Aufwickelung sehr hochgradig und complicirt, kaum entwirrbar. In Fig. 63 (untere Spindelanschwellung) und 65 ist die ganze Nervenfaser des Endnerven aufgeknäuelt, so dass die Spindelanschwellung (*Sp*) dem Nervenstämmchen unmittelbar ansitzt. (Vgl. Fig. 46—48 der vorigen Tafel.)

Fig. 70 Querschnitt, Fig. 71 Schrägschnitt durch die Spindelanschwellung aus etwas dickeren Schnitten. *EK* Querschnitt durch den Endknopf mit seinem Kern.

„ 72 und 73. Gefässabschnitte mit den zugehörigen Gefässnerven. In Fig. 73 ist das ganze Gefässlumen mit rothen Blutkörperchen vollgepfropft, deren Umrisse durchschimmern und von welchen fünf imprägnirt sind. In Fig. 72 enthält das Gefässrohr nur 4 (leicht gebräunte) Blutkörperchen.

Tafel VII.

Tafel VII.

Fig. 74—79. Hinterere Abschnitte von 6 Trichterstielen, um die Form des Endknopfes (*EK*) und die Lage der Nervenendigungen (*NEG*) zu zeigen. Nach mit Hämatoxylin und Eosin gefärbten, in Canadabalsam eingeschlossenen Zupfpräparaten aus MÜLLER'scher Lösung, unter Weglassung der Bindegewebshüllen und der zutretenden Nerven gezeichnet. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 6. PK_1, PK_2, PK_3 die drei Plattenkerne in dem hinteren, dünnen Abschnitt des Trichterstiels, davon PK_1 dem Endknopf angehörig. *NEK* Kerne der Nervenendigung. In Fig. 79 bei *JBZ* zwei vom Endknopf abgelöste, der inneren Bindegewebshülle angehörige Zellen.

„ 80—81. Runzelartige Erhebungen an der Hinterfläche des peripherischen Theiles der Elektroplax, von der Fläche gesehen. Pikrinsäure-Maceration, Eosin, Glycerin. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 3 mm, Apert. 1,40, Compensations-Ocular No. 6.

„ 82. Flächenbild der Vorderfläche des peripherischen Abschnittes der Elektroplax. Zellennetz der Vorderfläche; hinter demselben die Punktirung, durch welche aus der Tiefe die runden Plattenkerne durchschimmern. Pikrinsäure-Maceration, Eosin, Glycerin. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 8.

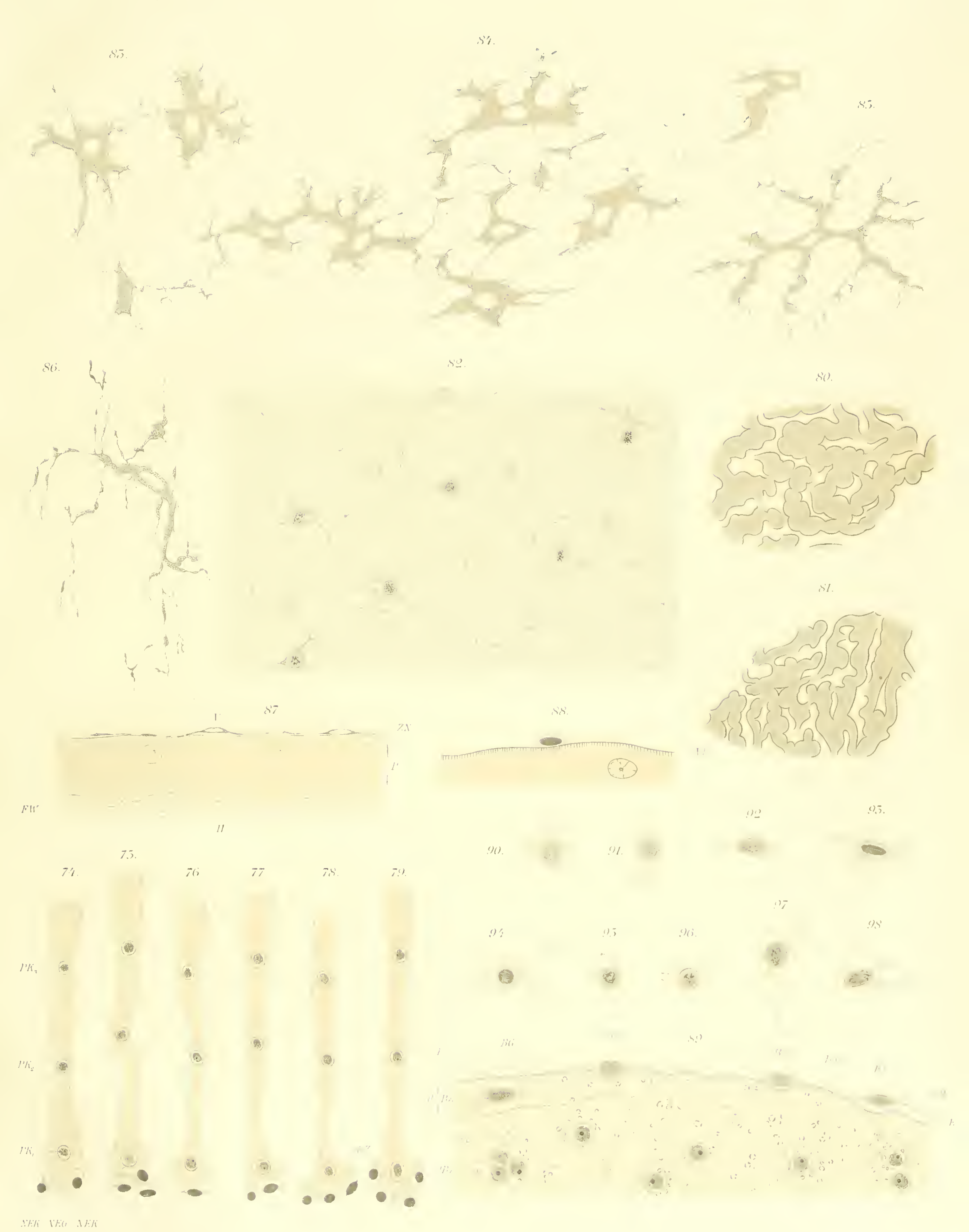
„ 83—86. Dasselbe Zellennetz wie in Fig. 82, resp. einzelne Zellen desselben (Fig. 85 u. 86), nach Imprägnation vermittelst der GOLGI'schen Methode. Die Kerngegend ist frei geblieben. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 12.

„ 87. Durchschnitt durch eine Platte (*P*) senkrecht zu ihren Oberflächen. *V* Vorderfläche, *H* Hinterfläche. *FW* Bindegewebe der Fachwand an der Hinterfläche der Platte. *ZN* imprägnirtes Zellennetz an der Vorderfläche der Platte auf dem Durchschnitt. GOLGI-Präparat.

„ 88. Kleines Stück der Vorderfläche einer senkrecht zu ihren Oberflächen geschnittenen Platte. *VE* Elektrolemm der Vorderfläche; demselben liegt ein von Protoplasma umgebener Kern (zum Zellennetz der Vorderfläche gehörig) auf. Formol, Hämatoxylin, Eosin, Canadabalsam. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 8.

„ 89. Abschnitt von dem Randtheil einer isolirten Elektroplax, aus einem Zupfpräparat von mit MÜLLER'scher Lösung behandeltem Material. Färbung mit Gentianaviolett, Untersuchung in Wasser. ZEISS, Apochr. homogene Immersion 1,5 mm, Apert. 1,30, Compensations-Ocular No. 8. Bei *E* das Elektrolemm am freien Rande der Platte; bei *R* eine niedrige Randverdickung, welche sich nach rechts hin abflacht; derselben liegt eine Zelle (*BZ*) auf. *BG* sehr zartes Bindegewebe mit Zellen (*BZ*); Bindegewebe und Zellen liegen der isolirten Platte dicht an, die Zellen am Rande gewöhnlich in Eindrücken der Plattensubstanz. Rechts hat sich am Rande eine Zelle (*BZ*) mit der dünnen Bindegewebsschicht aus ihrem Lager abgelöst, so dass zwischen ihr und dem Elektrolemm ein heller Spaltraum (*SR*) entstanden ist. In der Plattensubstanz bläschenförmige Körper, Fäden und Plattenkerne sichtbar; von den letzteren liegen links drei dicht neben einander.

„ 90—98. Isolirte Bindegewebszellen, Fig. 95—98 aus der inneren Bindegewebshülle der Trichterstielgegend, aus Zupfpräparaten von mit MÜLLER'scher Lösung behandeltem Material.


83.
84.
85.
86.
82.
80.
81.
87
ZN
P
FW
H
88.
92
93.
90.
91.
74.
75.
76
77
78.
79.
PK_1
PK_2
PK_3
NEK NEG NEK
94
95
96.
97
98
89
BG



Date Due

